



# MONITORIZACIÓN DE UN PUESTO DE PRÁCTICAS 4.0

Trabajo fin de grado

Alumno: Carles Dolz Perea

Tutor: Rubén Puche Panadero

Cotutor: Ángel Sapena Baño



## ÍNDICE

---

<b>MEMORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>107</b>



# *MEMORIA*



## ÍNDICE

<b>Objetivo del proyecto .....</b>	<b>7</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>8</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>11</b>
Académica.....	11
Funcional .....	11
<b>Factores a considerar: estudio de necesidades, limitaciones y condicionantes .....</b>	<b>12</b>
Especificaciones del encargo .....	12
Estudio de necesidades propias.....	13
<b>Descripción del puesto de prácticas 1.0 .....</b>	<b>14</b>
Motor de inducción .....	15
Variador de frecuencia (ACS880) .....	16
Variador de frecuencia (M440 de Siemens) .....	17
Variador de frecuencia (ACS150) .....	18
Servomotor .....	19
Servodrive (ACSM-1).....	20
Resistencia de frenado.....	21
Medida de par mediante pinza amperimétrica .....	21
Medida de velocidad del motor de inducción .....	22
Medidor de energía Circutor CVM-NRG96 .....	23
<b>Planteamiento de soluciones alternativas. Descripción de los criterios de selección y justificación de la solución adoptada .....</b>	<b>24</b>
<b>Elección de la pasarela .....</b>	<b>24</b>
Arduino .....	24
Raspberry Pi 3 .....	26
Simatic IOT2040/2020 .....	27
Decisión de la pasarela .....	29
<b>Elección del autómatas programable .....</b>	<b>29</b>
ACS500 PM554-R-ETH de ABB .....	30
CP1L de Omron .....	31
Simatic S7 1215 AC/DC/RLY de Siemens .....	33
Decisión del autómatas programable .....	34
<b>Elección del variador de frecuencia .....</b>	<b>34</b>
Decisión del variador de frecuencia.....	34
<b>Lenguajes de programación .....</b>	<b>35</b>
Linux Yocto.....	35

Node-Red (JavaScript).....	36
Diferentes lenguajes IOT2000.....	36
Diagrama de contactos (LD).....	37
Texto estructurado (ST) .....	38
Lenguaje Grafcet (SFC).....	39
<b>Software de programación y diseño .....</b>	<b>40</b>
Plataforma Node-Red .....	40
Eclipse y Arduino.....	41
TIA PORTAL .....	42
<b>Tipos de conexión.....</b>	<b>42</b>
Ethernet .....	42
Wi-Fi (Adaptador USB) .....	43
Shields Inputs/Outputs .....	43
<b>Dashboard.....</b>	<b>43</b>
Plataforma MQTT /Adafruit IO, Udibots .....	43
Node-Red .....	44
<b>Tipos de comunicación.....</b>	<b>44</b>
MQTT .....	44
Modbus TCP/IP .....	45
Profinet .....	46
<b>Descripción detallada de la solución adoptada: El puesto de prácticas 4.0.....</b>	<b>48</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>48</b>
<b>Estrategia de control a utilizar.....</b>	<b>48</b>
<b>Elementos del puesto .....</b>	<b>50</b>
Medidor de energía Sentron PAC3200 .....	50
Autómata programable S7-1215C AC/DC/RLY.....	52
Variador de frecuencia ABB ACS880 .....	52
Motor de inducción .....	52
Servodrive .....	52
Motor síncrono de imanes permanentes .....	52
Variables utilizadas en el autómata programable .....	54
Comunicación ACS880 vía Profinet a través FENA-11 .....	55
Comunicación Sentron PAC3200 vía Modbus TCP.....	62
Control del servodrive.....	64
Pantalla de control local .....	66
Gestión de alarmas .....	67
Comunicación S7 con el autómata programable .....	69
Comunicación con el bróker MQTT (CloudMQTT) .....	71
Dashboard.....	75
<b>Node-Red sobre PC remoto.....</b>	<b>79</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>80</b>



## 1 Objetivo del proyecto

El objetivo principal del proyecto es la monitorización y control de un puesto de prácticas del laboratorio de máquinas eléctricas, convirtiéndolo en un puesto 4.0 con total conectividad, a través de la pasarela con la plataforma Node-Red incorporada y la posibilidad de operar con una gran variedad de protocolos de comunicación industriales además del protocolo MQTT que servirá de nexo entre el dispositivo y las plataformas de internet. El puesto podrá ser monitorizado a través de cualquier dispositivo con acceso a internet desde cualquier localización a través de alguna plataforma que permita la comunicación MQTT.

El control del puesto será realizado a través de un autómata programable que controla y recopilará datos de todos los elementos de los que está compuesto el puesto.

Como interfaces gráficas hombre-máquina, habrá una local en la que se podrá hacer un control total del puesto y una interfaz externa conectada a través de MQTT a la cual se le permitirá visualizar el estado del puesto así como modificar ciertos parámetros de control que no puedan poner en peligro a un usuario cercano al puesto como podría ser variar la velocidad de referencia pero no el dar la marcha al proceso.

Desde esta interfaz a través de MQTT y Node-Red, se podrá monitorizar los consumos de energía, intensidad, etc. del puesto, a través de históricos así como valores del funcionamiento del puesto. Este tipo de práctica en el laboratorio puede ser extensible a la industria para la monitorización externa y recopilación de datos para toma de decisiones en una máquina, estación, línea...

## 2 Antecedentes

En la actualidad y en el futuro próximo la industria tiene una tendencia hacia la automatización y digitalización de cualquier tipo de proceso, intentando maximizar cualquier fuente de datos para así poder analizar e intentar comprender y mejorar estos procesos con el objetivo de reducir retrasos, fallos, errores etc. En cualquier punto del proceso productivo. Para ello se debe intentar recoger la mayor cantidad de datos de sensores y actuadores para poder procesar y analizar (Big Data y Analítica avanzada) esta información.

La denominada Industria 4.0, trae consigo la introducción a las tecnologías digitales a la industria también denominado digitalización, para la mejora de los procesos productivos de las fábricas. El avance de la industria ha tenido 4 diferentes etapas significativas como han podido ser la aparición de la máquina de vapor, la producción en masa o la automatización de procesos con el avance de la electrónica. Y en cuarto lugar se encuentra esta digitalización de las fábricas.

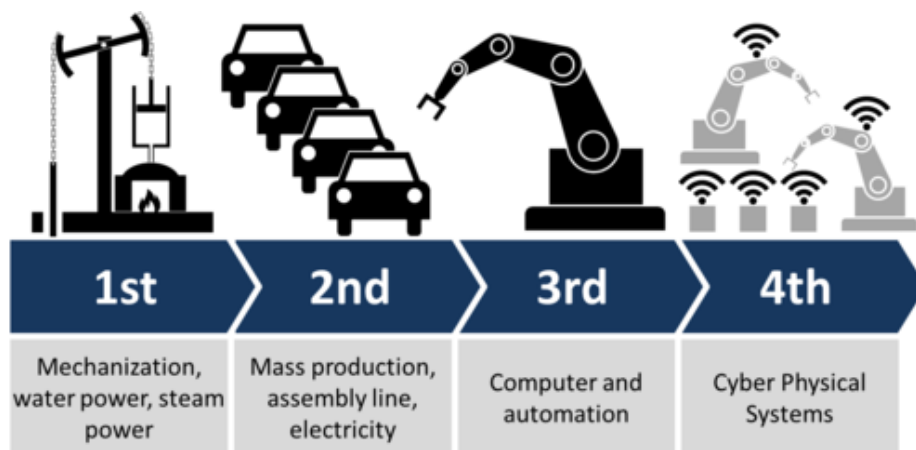


Ilustración 2.1 Evolución de la industria. (Imagen extraída de [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b2/Industry\\_4.0\\_es.png/1000px-Industry\\_4.0\\_es.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b2/Industry_4.0_es.png/1000px-Industry_4.0_es.png))

El fenómeno de *La Nube* ha cambiado la forma de organización de muchas empresas conectando diferentes dispositivos de la planta o de plantas en diferentes puntos del mundo enviándose automáticamente información a ese sistema central basado en *La Nube*, es así como nace el IoT (Internet of Things), industrialmente denominado IIoT (Industrial Internet of Things).

El *Internet of Things* es un concepto referido a la interconexión de cualquier objeto con conexión a internet con el objetivo de intercambiar datos obtenidos de vehículos, máquinas, electrodomésticos, sensores, etc. Este concepto permite a las empresas crear nuevos servicios más efectivos debido a la obtención de datos en tiempo real, permitiendo así una mejora en la eficiencia y ofreciendo la posibilidad de automatizar, monitorizar y controlar remotamente cualquier proceso.

Esta obtención de datos en tiempo real es muy importante para el *machine learning*, que permite el aprendizaje automático de las máquinas para la toma de elecciones mediante la obtención de datos y como se solucionan aplicando modelos estadísticos.

De igual modo, afectan a esta Cuarta revolución industrial los diferentes conceptos que figuran en la siguiente imagen, como el control de energía que permite un uso más racional y responsable de los recursos y la energía siendo más eficiente por medio de la recuperación de calores residuales, optimización de sistemas de cogeneración y trigeneración. O gestión del mantenimiento con los GMAO (Gestión de Mantenimiento asistida por ordenador) cuyo objetivo es gestionar los mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos, así como controlar los stocks, compras, etc. Aumentando la eficacia ante mantenimientos en la línea, tiempos de paro y de intervención.

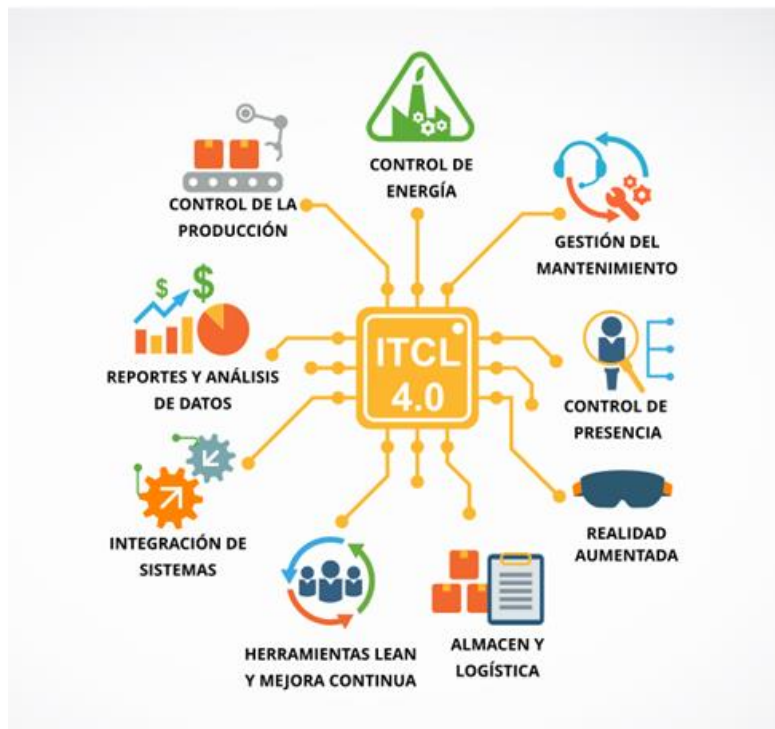


Ilustración 2.2 Campos de aplicación de la industria 4.0 (Imagen extraída de <https://itcl.es/wp-content/uploads/2017/07/Imagen1.png>)

Como respuesta a esta tendencia hacia la obtención de datos para mejorar todos estos procesos y la toma de decisiones, este proyecto tiene como objetivo la automatización implantando el concepto de IoT de un puesto de prácticas del laboratorio de Maquinas Eléctricas, conectándolo a la red y pudiendo visualizar y controlar su estado en cualquier momento desde cualquier dispositivo conectado a internet.

En la siguiente imagen se puede observar la denominada pirámide de la automatización, en la que se encuentran ciertos niveles diferenciados los cuales deben ser comunicados entre ellos. Convencionalmente la comunicación entre los niveles más bajos de la

pirámide como pueden ser el de los sensores y actuadores y los elementos de control, se realiza a través de los diferentes protocolos industriales (Modbus, Profibus, Interbus, Ethernet, ...). Con el avance de los MES y ERP hacia plataformas comunes para toda la planta y no individuales por departamentos, se ha conseguido una unificación de los datos permitiendo una mejor gestión y planificación de la planta. Estos dos escalones superiores se nutren de los datos obtenidos a través de los PLC's distribuidos por planta de los que obtienen datos de producción, consumos, etc. Por lo tanto, la incorporación del IoT, a través del cual se pueden obtener una gran cantidad de datos en tiempo real para ser procesados por estos niveles o mediante el Big Data y así poder mejorar tiempos de producción, poder predecir errores y/o averías, tratar de reducir el consumo energético, mejorar la logística del almacén con un sistema RFID con el que poder conocer los stocks en tiempo real y poder realizar pedidos de material con antelación a una futura escasez de material, etc. es un gran avance para este sector.

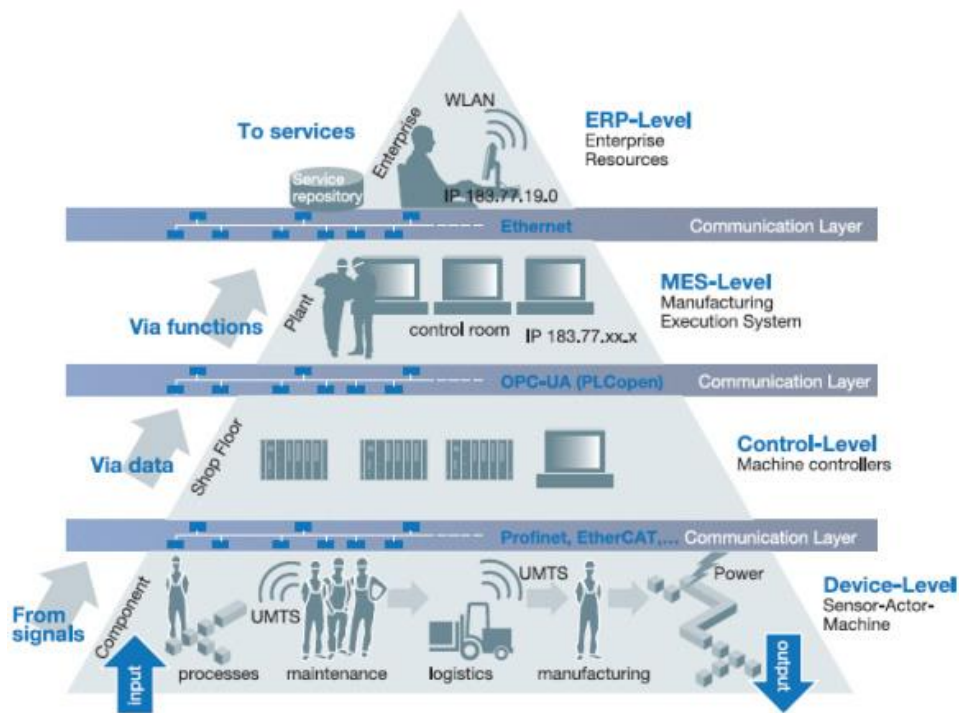


Ilustración 2.3 Pirámide de la automatización (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782E5782&biw=959&bih=1088&tbn=isch&sa=1&ei=sKDuXNLmK8LlgwfQ9pnoBg&q=piramide+automatizaci%C3%B3n+communication+layer&aq=piramide+automatizaci%C3%B3n+communic](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782E5782&biw=959&bih=1088&tbn=isch&sa=1&ei=sKDuXNLmK8LlgwfQ9pnoBg&q=piramide+automatizaci%C3%B3n+communication+layer&aq=piramide+automatizaci%C3%B3n+communic))

### 3 Justificación

Se puede justificar la realización de este proyecto desde dos dimensiones bien diferenciadas que se podrían enmarcar en:

#### 3.1 Académica

Es requisito imprescindible para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Eléctrica y está dirigido por el profesor Rubén Puche Panadero y codirigido por el profesor Ángel Sapena Bañó, profesores del departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universitat Politècnica de València.

#### 3.2 Funcional

A continuación, se enumerarán las justificaciones por las que aparece la necesidad de realizar el proyecto.

La necesidad de ampliar conocimientos sobre automatización, no enfocándolo tanto a lo visto en la mayor parte de la mención de “Accionamientos eléctricos y operación remota” que ha sido la programación de autómatas programables, sino enfocándolo más a un campo en alza como es el *Internet de las cosas* y la recopilación y envío de datos a través diferentes protocolos de comunicación, obteniendo de esta forma una visión más amplia sobre el mundo de la automatización.

El proyecto permite la introducción hacia el envío continuo de datos pudiendo aplicarse a cualquier proceso y acercando a este hacia este concepto de Industria 4.0. Permitiendo además la posibilidad de introducirse en este tipo de tecnologías.

El aprendizaje del funcionamiento del protocolo MQTT y el mundo del *Internet of Things*, el cual permite la interacción de datos entre diferentes dispositivos conectados a internet ofreciendo una infinidad de posibilidades.

Debido a que el IOT2040 usa un sistema operativo basado en Linux Yocto, se han aprendido unas mínimas nociones sobre Linux y sus comandos, así como de redes de internet.

La consolidación de los aprendido durante la mención de programación de autómatas programables, comunicaciones y de pantallas HMI, así como la parametrización del variador de frecuencia que se han debido emplear para el control del puesto.

## 4 Factores a considerar: estudio de necesidades, limitaciones y condicionantes

Cabe destacar que este tipo de proyecto orientado en este caso a un puesto de prácticas puede ser aplicado a cualquier otro tipo de proceso en el cual haya ciertos datos que recopilar y para una gran variedad de aplicaciones bien sea simplemente para monitorizar, recopilar datos para luego ser tratados o la combinación de ambos.

También la programación del autómatas, interfaz gráfica y configuración del variador de frecuencia, así como las redes que los conectan pueden servir de base para cualquier otro tipo de proyecto en el que se requieran este tipo de dispositivos.

En una gran parte de los procesos industriales se requiere el control de uno o varios motores a través de variadores de frecuencia comandados por un autómatas programable que a su vez tiene como elemento de interacción entre operario y proceso una pantalla HMI y/o un SCADA.

### 4.1 Especificaciones del encargo

Debe realizarse un control automatizado del puesto de prácticas donde puedan parametrizarse a través de una interfaz visual los parámetros (o parte de ellos) que puedan influir en el comportamiento del puesto.

El sistema debe de ser capaz de recopilar todo tipo de datos pertenecientes al puesto y estar constantemente enviando estos datos a la nube para su posterior monitorización y análisis.

Dicho proyecto deberá cumplir las siguientes características:

- Control automatizado del puesto de prácticas a través de una interfaz gráfica en la que se pueda variar la velocidad del motor y sus tiempos de aceleración y deceleración de forma manual, así como el par de carga que ofrece el servomotor al movimiento de este, puesto que están conectados mecánicamente.
- Recopilación del consumo de energía, intensidad y voltaje entre otros parámetros aguas arriba del variador de frecuencia que controla el motor de inducción y del servodrives que controla el servomotor del puesto a través de un medidor de energía. Así mismo, en cualquier momento se podrá monitorizar el estado de estos valores. El usuario deberá recibir alarmas sobre el estado de sus equipos.
- Monitorización del estado del puesto desde cualquier punto remoto con acceso a internet incluso pudiendo incidir sobre la configuración de ciertos parámetros

que no pongan en riesgo la seguridad personal de personas que puedan estar cercanas al puesto como sería el caso de ordenar la marcha del sistema.

#### 4.2 Estudio de necesidades propias

En este apartado hay que señalar las necesidades, limitaciones y condiciones que se han tenido durante la realización del presente proyecto. Se debe tener en cuenta que hay que intentar conseguir las máximas prestaciones, tanto en el ámbito técnico como en el ámbito económico, lo que supone intentar alcanzar un punto medio entre ambos niveles.

Se deberá de disponer de todo el equipamiento necesario para la programación, así como de las mejores condiciones del mismo en cuanto a: capacidad del disco duro, rapidez de ejecución de las instrucciones, fiabilidad de los paquetes informáticos y prestaciones suficientes de los mismos para acometer el proyecto.

En cuanto a las necesidades o limitaciones propias al equipo: serán las impuestas por el propio equipo utilizado tales como, la comunicación entre el ordenador y el IOT2040 se realizará a través de un cable ethernet y puerto RJ45. La parametrización de este se realizará mediante un software que puede ser adquirido gratuitamente.

Para la programación del autómatas programable será necesario la licencia del software de programación TIA Portal, así como un cable ethernet y un puerto RJ45 para cargar el programa en el controlador.

Además de todo lo mencionado, deberá disponerse del material descrito en el siguiente punto sobre el que poder actuar o que permita actuar sobre otro elemento para así poder recopilar información que tratar.



## 5 Descripción del puesto de prácticas 1.0

Como se ha expuesto anteriormente, el motivo de este proyecto es automatizar y monitorizar un puesto de prácticas, recopilando todo tipo de datos a través de los diferentes protocolos de comunicación industriales siendo automáticamente mandados a través de la plataforma Node-Red a la nube por medio del protocolo MQTT para después poder ser almacenados, analizados, etc. por un sistema superior.

En resumen, se obtendrá un sistema de automatización completamente programable y que gracias a la conectividad a Internet y sus diferentes protocolos de comunicación, pueda comunicarse con otros dispositivos acomodándose a los requisitos del usuario.

A continuación, se expone una fotografía del puesto de prácticas a controlar:



*Ilustración 5.1 Fotografía del puesto de prácticas 1.0 antes de llevar a cabo el proyecto*



En el siguiente diagrama se indican los elementos por los que está compuesto el puesto de prácticas 1.0 y que serán descritos en los siguientes puntos:

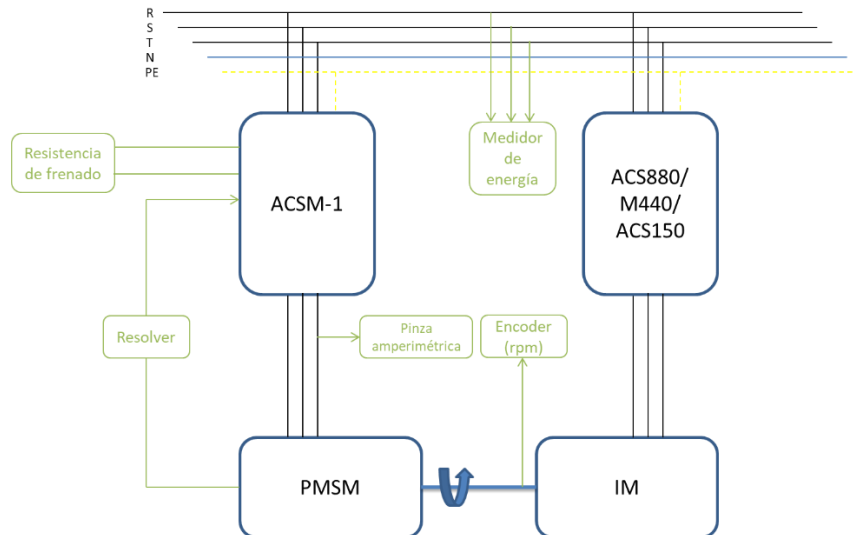


Ilustración 5.2 Diagrama del puesto de prácticas 1.0

### 5.1 Motor de inducción

El puesto consta de un motor de corriente alterna de inducción con una potencia nominal de 2,2 KW, que puede ser alimentado directamente desde la red o mediante un convertidor de frecuencia como podrían ser el ABB ACS150, Siemens M440 o el ABB ACS880 que se encuentran en el puesto de prácticas. En este proyecto se alimentará a través el variador de frecuencia que se explica en un punto posterior.

Este motor va conectado mecánicamente como se puede observar en la foto del puesto completo con el servomotor que será descrito posteriormente.



Ilustración 5.3 Motor de inducción del puesto (Imagen extraída de <https://www.solucionesyservicios.biz/1LA70804AA12>)

El motor posee las siguientes características bajo un funcionamiento a 50 Hz:

Parámetro	Valor
<b>Cosφ</b>	0,82
<b>Intensidad</b>	8,5/4,9 A Δ/Y
<b>Voltaje</b>	230/400 V Δ/Y
<b>Velocidad</b>	1420 r.p.m.

## 5.2 Variador de frecuencia (ACS880 de ABB)

El ACS880 es un convertidor para controlar motores asíncronos de inducción de CA, motores síncronos de imanes permanentes, servomotores de inducción de CA y motores síncronos de reluctancia.

Este variador al ser actual, posee todo tipo de sistemas de control, así como de protocolos de comunicación bajo la compra de diferentes tarjetas para cada protocolo, en este caso es necesario el módulo FENA-11 el cual permite la comunicación a través de varios protocolos que funcionan bajo Ethernet como Profinet, Ethernet IP y Modbus TCP.

A continuación, se describen diferentes características que posee el equipo:

- Panel de control intuitivo y herramienta para PC
- Control directo del par (DTC) para un control exacto en bucle abierto y cerrado
- Características de seguridad integradas para una configuración simplificada
- Comunicación con las principales redes de automatización
- Unidad de memoria extraíble para una puesta en servicio y sustitución sencillas del convertidor
- Optimizador de energía e información de eficiencia energética para monitorización y ahorro de energía
- Diseñado para facilitar el servicio



*Ilustración 5.4 Variador de frecuencia ABB ACS880 (Imagen extraída de [https://assets.omron.eu/images/cp1-em\\_30\\_points\\_prod-400x400.jpg](https://assets.omron.eu/images/cp1-em_30_points_prod-400x400.jpg))*

### 5.3 Variador de frecuencia (M440 de Siemens)

El variador de frecuencia de Siemens del que se dispone en el laboratorio es el Micromaster 440. Esta gama de Micromaster ha sido sustituida por la familia SINAMICS de Siemens, pero para el objeto de la aplicación el cual no es realizar un complejo control del motor puede ser útil, debido a que es posible comunicarlo con un PLC a través de diferentes protocolos. Además de ello, pese a estar algo más anticuado que el ACS880 ofrece la posibilidad de realizar un control vectorial del motor de inducción ofreciendo una alta fidelidad en el control de la velocidad. También incorpora un controlador PID integrado.

A continuación, se describen diferentes características que posee el equipo:

- Entradas/salidas aplicables versátilmente
- Puesta en marcha guiada
- Alta capacidad de sobrecarga
- Módulo evaluador de generadores de impulsos en motor (opción) para par (torque) regulado al máximo con la menor velocidad (también velocidad cero)
- Dimensionable para par constante) y par cuadrático
- Respaldo cinético contra caídas de red
- Frenado Compound para frenado rápido controlado
- 4 frecuencias inhibibles para cuidar la máquina evitando resonancias
- Evaluación de la temperatura del motor para protección integrada del motor
- Preparado para su uso en redes con esquema IT
- Modelos con o sin filtro CEM integrado



*Ilustración 5.5 Variador de frecuencia Siemens Micromaster M440 (Imagen extraída de [https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwju\\_Zmbr aXhAhWGHxQKHb1CCTIQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Finverterdrive.com%2Fgroup%2FAC-Invert](https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwju_Zmbr aXhAhWGHxQKHb1CCTIQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Finverterdrive.com%2Fgroup%2FAC-Invert))*

#### 5.4 Variador de frecuencia (ACS150 de ABB)

El variador de frecuencia ACS150 de ABB puede ofrecer soluciones para una gran variedad de aplicaciones en los que se requiera el uso de un motor de inducción y se requiera variar la velocidad de este.

Pueden aplicarse técnicas de control como un PID bajo una realimentación externa o un control escalar de la velocidad del motor.

## Monitorización de un puesto de prácticas 4.0



Ilustración 5.6 Variador de frecuencia ABB ACS150 (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?q=abb+asc150&rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiJsuyYhcHiAhUKkRQKHZl1A30Q\\_AUIDygC&biw=959&bih=1088&dpr=1.5#imgsrc=LeoWhmhDv0HtbM:](https://www.google.com/search?q=abb+asc150&rlz=1C1PRFI_enES782ES782&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiJsuyYhcHiAhUKkRQKHZl1A30Q_AUIDygC&biw=959&bih=1088&dpr=1.5#imgsrc=LeoWhmhDv0HtbM:))

### 5.5 Motor síncrono de imanes permanentes

El servomotor unido al eje del motor de inducción posee una potencia nominal de 4,9 KW. Este servomotor es controlado por el servodrive ACSM-1 como ya se explicará un punto posterior.

Este servomotor lleva incorporado un resolver para poder dar la información de su posición a su respectivo controlador.



Ilustración 5.7 Motor síncrono de imanes permanentes del puesto (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&biw=959&bih=1088&tbn=isch&sa=1&ei=BaTuXNL\\_NuqG1fAPyremoAM&q=servomotor+abb&oq=servomotor+&gs\\_l=img.1.0.35i39j0l9.43426.47128..4780](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782ES782&biw=959&bih=1088&tbn=isch&sa=1&ei=BaTuXNL_NuqG1fAPyremoAM&q=servomotor+abb&oq=servomotor+&gs_l=img.1.0.35i39j0l9.43426.47128..4780))

El servomotor posee las siguientes características nominales:

Parámetro	Valor
$I_0/I_N$	13,9/14,4 A
$I_p$	43,3 A
$T_0/T_N$	15,5/15,5 N·m
$T_p$	47,7 N·m
$P_N$	4,9 KW
$F_N$	200 Hz
$N_N$	3000 r.p.m.

### 5.6 Servodrive (ACSM-1)

Este servodrive es el encargado de controlar el movimiento del servomotor del puesto, este equipo permite controlar motores tanto sean asíncronos como síncronos llegando en estos últimos a realizar un control preciso de posición.

La referencia de potencia a suministrar al motor en este caso se le va a dar a través de una salida analógica de 0-20 mA del autómata programable, debido a que no se dispone de un slot de comunicación para poder asignarse mediante comunicaciones industriales.

Mediante una tarjeta incorporada FEN-21 se le retroalimenta la posición del motor gracias al resolver incorporado el servomotor.

Este convertidor permite aplicar al motor un control de velocidad, par o posición.



*Ilustración 5.8 Servodrive ABB ACSM-1 (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?q=acsm-1&rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjC4sfHhsHiAhVB6uAKHSD0DtcQ\\_AUIDigB&biw=959&bih=1088#imgsrc=0XbyBtPUpWhUzM:](https://www.google.com/search?q=acsm-1&rlz=1C1PRFI_enES782ES782&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjC4sfHhsHiAhVB6uAKHSD0DtcQ_AUIDigB&biw=959&bih=1088#imgsrc=0XbyBtPUpWhUzM:))*

### 5.7 Resistencia de frenado

El puesto de prácticas posee una resistencia de frenado montada sobre el servodrive ACSM-1 que controla el motor síncrono de imanes permanentes.

Esta resistencia consume todas las corrientes de retorno generadas durante el frenado del servomotor con la intención de proteger los circuitos del equipo de control.

### 5.8 Medida de par mediante pinza amperimétrica

El puesto cuenta con una pinza amperimétrica que está constantemente midiendo el valor de la intensidad de salida del servodrive que se aplica al motor de imanes permanentes.

Puesto que en este tipo de motores el par y la intensidad son proporcionales se aprovecha esta medida para calcular el par sabiendo que cada voltio que mide la pinza equivalen a 10<sup>a</sup> y que la relación entre el par y la intensidad nominal en este motor es aproximadamente 1,1. Multiplicando el valor medido en voltios por 1,1 y por 10 se obtiene de forma sencilla el par instantáneo que ofrece el servomotor.



Ilustración 5.9 Pinza amperimétrica del puesto de prácticas

### 5.9 Medida de velocidad del motor de inducción

El puesto posee un panel con una pantalla de visualización de la velocidad en rpm del motor de inducción acoplado al servomotor. Esta medida se obtiene a través de un conector DB9 que proviene de un encoder que registra la velocidad del motor.

Este panel también posee una salida analógica de 0-10V a través de la cual se da una señal proporcional de la velocidad de giro obtenida a través del encoder.



Ilustración 5.10 Panel de medida de velocidad del motor de inducción del puesto de prácticas



#### 5.10 Medidor de energía Circutor CVM-NRG96

El puesto posee instalado un medidor de energía a través del cual se obtienen medidas trifásicas a través de un transformador de intensidad para cada fase.

Permite medidas instantáneas, máximas y mínimas de magnitudes como voltaje, intensidad, potencia, etc.



Ilustración 5.11 Medidor de energía Circutor CVM NRG 96 (Imagen extraída de <https://www.interempresas.net/Electronica/FeriaVirtual/Producto-Analizador-de-redes-Circutor-CVM-NRG96-12068.html>)

## 6 Planteamiento de soluciones alternativas. Descripción de los criterios de selección y justificación de la solución adoptada

El proceso de monitorización de un puesto de prácticas como este puede realizarse de múltiples maneras debido a la gran cantidad de dispositivos existentes en el mercado, así como la gran cantidad de software que existe y que puede ser compatible con el IOT2040 u diferentes dispositivos que cumplan las mismas funciones.

Las soluciones adoptadas en la realización de este proyecto vienen impuestas en función de las necesidades y limitaciones expuestas en el apartado 5 y del material existente en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universitat Politècnica de València.

### 6.1 Elección de la pasarela

Para la elección de la pasarela, el factor más importante a destacar debe ser la posibilidad de comunicación con multitud de protocolos, también es importante que incluya la posibilidad de conexión Wi-Fi y/o Ethernet. Otro factor importante es que el dispositivo tenga una gran comunidad detrás para poder obtener soporte de una manera sencilla y efectiva.

A continuación, se exponen las opciones a barajar:

#### 6.1.1 Arduino

Arduino es una compañía que desarrolla placas de desarrollo de hardware libre, con software de programación libre y gratuito basado en el lenguaje C, que permite desarrollar pequeños proyectos de automatización.

Sus principales ventajas respecto al IOT2040 son su precio y tamaño, debido a que en cuestiones de hardware es considerablemente inferior.

Pese a que puede ampliar sus funcionalidades mediante shields que le otorgan conexiones Wi-Fi, ethernet o bluetooth o la posibilidad de controlar pequeños motores, debe mencionarse que el IOT2040 ya posee puertos dedicados para ese tipo de conectividades además de la opción de la compatibilidad anteriormente comentada con los shields para Arduino. Ampliar las placas de Arduino con shields también tiene la desventaja de limitar el número de pines de la placa.

La plataforma Arduino como la de Raspberry, posee una gran comunidad de la cual se puede obtener soporte, además de que existen multitud de librerías y accesorios para Arduino. Cabe destacar que existen una gran cantidad de placas diferentes adecuadas para diferentes tipos de proyectos, evitando el uso de módulos para Wi-Fi como es en el caso de la placa Yun o MKR1000.

## Monitorización de un puesto de prácticas 4.0

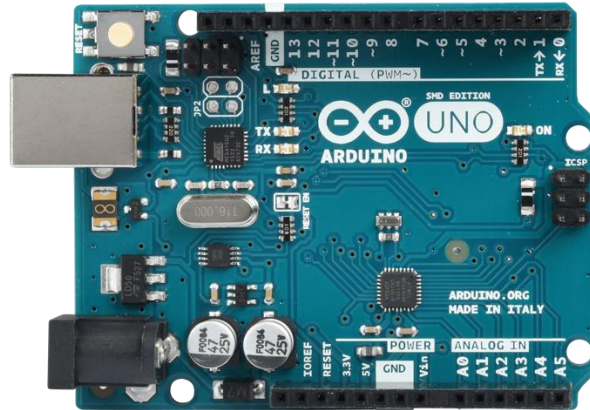
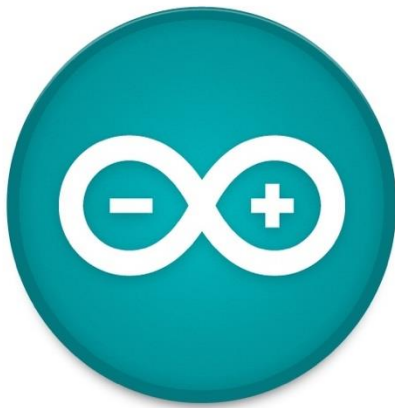


Ilustración 6.1 Arduino Uno (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?q=arduino+uno&rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj5y4KCKsHiAhWqxoUKHVK1DuMQ\\_AUIDigB&biw=959&bih=1088#imgsrc=q2ApidswqLvwYM:\)](https://www.google.com/search?q=arduino+uno&rlz=1C1PRFI_enES782ES782&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj5y4KCKsHiAhWqxoUKHVK1DuMQ_AUIDigB&biw=959&bih=1088#imgsrc=q2ApidswqLvwYM:)

Arduino Uno	
Dimensiones	68 x 53 m
Precio	20€
Microcontrolador	ATmega 328P (16 MHz)
Memoria RAM	2 KB
Tensión de operación	5V
Tensión de entrada	7-12V
Pines E/S digitales	14 pines (6 compatibles con PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente máxima por pin (CC)	20 mA

### 6.1.2 Raspberry Pi 3

La Raspberry Pi 3 B+ es posiblemente el dispositivo del mercado que más se acerque a los SIMATIC IOT2000, debido a que tiene compatibilidad con distintos sistemas operativos, conectividad con distintos protocolos de comunicación, así como puede ser programada a través de diferentes softwares.

Esta placa incluye 4 puertos USB, un puerto RJ45 y un puerto HDMI, así como un slot para tarjetas MicroSD para introducir el sistema operativo. Posee conectividad Wi-Fi, bluetooth permitiendo conectarse con el dispositivo de forma inalámbrica y 40 pines digitales GPIO para poder conectar sensores y actuadores.

Cuenta con una gran comunidad detrás, lo cual permite obtener mucha ayuda vía web, así como multitud de librerías y programas como apoyo. Debido a su gran popularidad provocada principalmente por su bajo precio y su versatilidad, existen muchos componentes y accesorios para esta plataforma.

Debe mencionarse como principal desventaja, que no es un dispositivo creado bajo las necesidades industriales y puede que no soporte las condiciones que esta requiere. Tampoco posee ningún pin analógico, factor que es requerido por la mayor parte de sensores.

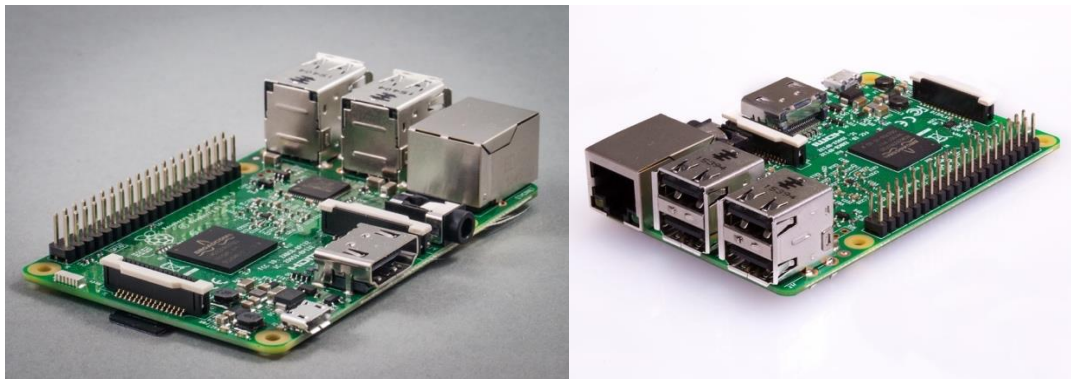


Ilustración 6.2 Raspberry Pi 3 B+ (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&biw=959&bih=1088&tbm=isch&sa=1&ei=vrDuXMT4Bo21U-rKtvAI&q=raspberry+pi+3&oq=ras&gs\\_l=img.1.2.0i67l3j0l4j0i67l2j0.81946.83504..84688...1.0..0.69.273.5.....0....1](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782ES782&biw=959&bih=1088&tbm=isch&sa=1&ei=vrDuXMT4Bo21U-rKtvAI&q=raspberry+pi+3&oq=ras&gs_l=img.1.2.0i67l3j0l4j0i67l2j0.81946.83504..84688...1.0..0.69.273.5.....0....1))

Raspberry PI 3 (Modelo B+)	
Dimensiones	85 x 56 mm
Precio	40€
Microcontrolador	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC 1,4 GHz
Memoria RAM	1 GB
Tensión de operación	5V
Tensión de entrada	5 V
Pines E/S digitales	40 pines (1 compatible con PWM)
Pines de entrada analógica	-
Corriente máxima por pin (CC)	50 mA

### 6.1.3 Simatic IOT2040/2020

El SIMATIC IOT2040 de la gama SIMATIC IOT2000 de Siemens es una pasarela industrial para múltiples protocolos de comunicación entre ellos MQTT, aunque debe mencionarse que existe una versión inferior, el SIMATIC IOT2020 el cual está un poco más limitado en cuanto a puertos, procesador y RAM, pero dependiendo del tipo de proyecto puede llegar a ser válido ofreciendo un precio menor frente al del IOT2040.

El sistema operativo es el mismo para ambos *Yocto Linux*, así como los dos tienen compatibilidad con los mismos softwares de programación. El sistema operativo se instala a través de una tarjeta MicroSD que debe encontrarse dentro del rango de 8-32 GB.

Estos dispositivos son compatibles con diferentes lenguajes de programación como Python, C++ o Java. Además, permite su uso con plataformas para el control de

periféricos siendo compatible con shields de Arduino o placas mPCIe, siendo programado desde el propio software de Arduino, Eclipse o Node-Red (desde donde se desarrollará el presente proyecto). Posee un puerto USB tipo A por el cual se puede introducir un adaptador Wi-Fi para obtener conexión inalámbrica además de otro puerto micro USB.

Estos dispositivos nos ofrecen diferentes compatibilidades con protocolos industriales como Modbus, Profinet y MQTT.

Debe mencionarse que el IOT2040 posee dos puertos RJ45 en contra de uno que posee el IOT2020, así como dos puertos serie RS232/485 por ninguno del de menor gama. Este segundo puerto ethernet permite realizar cambios en la programación sin necesidad de tener que parar el proceso de recogida de datos.

En el foro de Siemens existe un apartado para estos dos dispositivos en el que se puede encontrar multitud de proyectos, resolución de dudas, etc.  
<https://support.industry.siemens.com/tf/ww/en/conf/60/>.



Ilustración 6.3 Siemens Simatic IOT204 (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&biw=959&bih=1088&tbm=isch&sa=1&ei=E7HuXMf5LobCU2fr2A&q=iot2040&oq=iot2040&gs\\_l=img.3..35i39j0i30j0i5i30i2j0i24i6.165507.168257..168501...3.0..0.77.645.10..](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782ES782&biw=959&bih=1088&tbm=isch&sa=1&ei=E7HuXMf5LobCU2fr2A&q=iot2040&oq=iot2040&gs_l=img.3..35i39j0i30j0i5i30i2j0i24i6.165507.168257..168501...3.0..0.77.645.10..))

SIMATIC	IOT2020	IOT2040
Procesador	Intel Quark x1000	Intel Quark x1020 (con arranque seguro)
Memoria RAM	512 MB	1024 MB
Interfaces Ethernet	1	2

Puertos Serie	-	2 RS 232/485
Reloj interno	-	Mediante pila
Precio	80€	180€

#### 6.1.4 Decisión de la pasarela

Como elección final para el proyecto se va a utilizar el IOT2040 debido a que proporciona unas buenas características en cuanto a hardware, además de permitir gran número de conectividades sin necesidad de ampliaciones ya que vienen incorporadas pudiendo destinar el uso de la ampliación por shields para otro tipo de funciones como permitir la entrada de señales digitales y especialmente analógicas.

Además, el IOT2040 aporta un diseño para el ámbito industrial permitiendo su montaje en cualquier cuadro o rail.

Debe comentarse que la Raspberry podría llegar a usarse para este proyecto dado que tiene características para ello, pero tiene la gran desventaja de no poseer entradas analógicas, vital para la lectura de cualquier sensor.

#### 6.2 Elección del autómatas programable

Un autómatas programable o PLC es un dispositivo diseñado para controlar en tiempo real procesos secuenciales. Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos. Realiza funciones lógicas, temporizaciones, contajes, cálculos, regulaciones, etc. La función básica de los autómatas es la de reducir el trabajo del usuario para automatizar el proceso, es decir, la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida, puesto que los elementos tradicionales (como relés auxiliares, de enclavamiento, temporizadores, contadores...) son internos.

El autómatas programable es el elemento principal de cualquier proceso de control, es el encargado de gestionar y controlar los sensores y actuadores en función del programa que se introduzca en él. Por lo tanto, la elección del autómatas es importantísima para el éxito del proceso de control. En el mercado existe gran cantidad de autómatas diferentes de fabricantes distintos y con características muy variadas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que solo se podrán utilizar los autómatas disponibles en el laboratorio.



Un autómatas muy potente y con estructura modular nos permitirá una gran flexibilidad y será adaptable al control de diversos procesos totalmente diferentes y a las nuevas tecnologías que vayan surgiendo en un futuro, pero su precio es alto. Por el contrario, un autómatas poco potente limitara la calidad del proceso de control. Por lo tanto, se debe elegir un autómatas con estructura modular para asegurarse la flexibilidad y con una potencia y memoria un poco superior a la necesitada por si surgen imprevistos, pero no demasiado potente pues encarecería el proceso.

Existen multitud de autómatas programables en la industria, de diversos fabricantes y con características muy variadas.

En el caso de este proyecto se ha elegido entre los autómatas existentes en el laboratorio. Los autómatas disponibles en el laboratorio y que permitían controlar este proceso presentan unas características muy similares y suficientes para el objetivo de este proyecto. Son los siguientes:

#### *6.2.1 ACS500 PM554-R-ETH de ABB*

La plataforma AC500 es una gama de PLC's escalable, flexible y de alto rendimiento que tiene una gran capacidad de expansión. Permite una multitud de combinaciones (entradas/salidas digitales y analógicas, bus de campo y/o redes de comunicación) para cumplir los requisitos con un número mínimo de referencias.

Integra todas las nuevas tecnologías en cuanto a capacidades, canales digitales configurables como entrada o salida, una gran variedad de comunicaciones, una amplia memoria de datos y programa, una tarjeta SD de memoria opcional y estándar para registrar datos y operaciones de mantenimiento (carga/descarga de programa o firmware...). Una de sus ventajas principales es la compatibilidad total entre todas las CPU's AC500 y AC500-eCo y los módulos de E/S S500 y S500-eCo lo que hace de la plataforma AC500 una plataforma única.

El software de programación que se usa para configurar el dispositivo es la plataforma CODESYS, desarrollada para la unificación bajo el mismo estándar industrial para controladores lógicos programables (IEC 61131-3) de los diversos fabricantes. Aunque muchas marcas se unieron y permiten la programación de sus equipos con este software algunas marcas potentes del mercado como Siemens, Omron o Schneider han optado por desarrollar sus propias plataformas de automatización. Pese a todo, este software permite programar cualquier operación que se pudiese realizar con las demás plataformas, aunque cada una de ellas posee funciones propias que no pueden encontrarse en el resto, pero pueden ser suplidas por cualquier otro método de programación.

Entre sus características se encuentran:



- Desde 64 KB hasta 4096 KB de memoria de programa en una única plataforma Hardware
- 4 puertos de comunicación integrados en la base de la CPU: 2 puertos serie, 1 puertos Ethernet y un puerto esclavo FBP (Profibus DP, DeviceNet y CANopen)
- Oferta de comunicaciones muy amplia, hasta 4 módulos de comunicación en cualquier combinación deseada: Ethernet, Modbus, CS31, CANopen, ProfibusPD, DeviceNet, EtherCat, PROFINET IO
- Pantalla LCD y teclado para diagnóstico rápido, detallado y avanzado
- Módulos con canales digitales configurables: canales digitales configurables como entrada o salida de forma individual
- Conexión de resorte, tornillo o interfast HE10-20 para precableado sin electrónica
- Tarjeta SD opcional y estándar para la descarga del programa de usuario sin necesidad de conectar el software de programación, actualización del firmware y data logger. No se trata de una ampliación de memoria de programa.



Ilustración 6.4 ABB AC500 PM554 (Imagen extraída de <http://www.acyr.es/cpu/20002-pm554-rp-ac.html>)

### 6.2.2 CP1L de Omron

En lo que respecta a controladores para máquinas compactas, la serie CP1L de Omron ofrece la compatibilidad de un micro PLC con la capacidad de un PLC modular.

Proporciona toda la funcionalidad necesaria para controlar la máquina, incluida la extraordinaria capacidad para el desarrollo de aplicaciones "Motion". El CP1L dispone de 10, 14, 20, 30, 40 o 60 E/S incorporadas y se puede ampliar con una extensa gama de

unidades expansoras CP1W o CPM1A hasta un máximo de 180 puntos de E/S. Utiliza un puerto USB estándar para la programación y motorización. Además, ofrece dos puertos de comunicaciones serie opcionales, de los que también puede utilizarse uno para una pantalla o Internet. Como la serie CP1L comparte la misma arquitectura que las series CP1E, CP1H, CJ1 y CS1, los programas son compatibles para las asignaciones de memoria e instrucciones.

Entre las características se encuentran:

- Puerto USB como estándar.
- Se pueden conectar hasta dos placas de interfaz de comunicación adicionales (RS232 o RS422/485).
- Casete de memoria para carga/descarga/transferencia adecuada de programas.
- Unidades de expansión para sensores digital, analógico y temperatura.
- 4 entradas de impulso (100kHz), 2 salidas de impulso (100kHz).
- Controladores sencillos y conexión Motion.
- Biblioteca de bloques de funciones para conexión RS485 de controladores.
- Biblioteca de bloques de funciones para el posicionamiento y salida de impulsos de servomotor.
- Facilidad plug & play conforme se vaya ampliando la máquina o aplicación.
- Diseñado para lenguajes de programación estructurados, bloques de funciones y esquemas de contactos IEC 61131-3, lo cual posibilita el enfoque modular para su aplicación.
- Mayor velocidad de procesamiento que otros controladores de su clase.
- Micro PLC con capacidad de un PLC modular.
- El mismo software que en otros controladores de Omron.
- Instrucciones completamente compatibles con los controladores más grandes en la gama de Omron (serie CP1H, CJ1 y CS1).



Ilustración 6.5 Omron CP1L (Imagen extraída de [https://assets.omron.eu/images/cp1l-em\\_30\\_points\\_prod-400x400.jpg](https://assets.omron.eu/images/cp1l-em_30_points_prod-400x400.jpg))

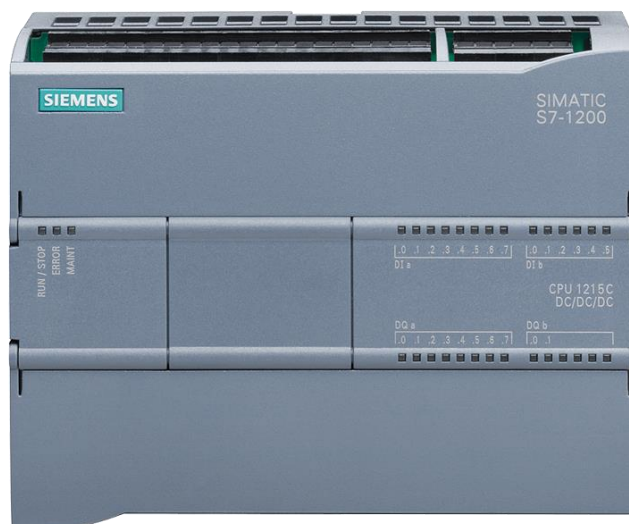
### 6.2.3 Simatic S7-1215 AC/DC/RLY de Siemens

La gama S7-1200 comprende diversos sistemas de automatización que se pueden utilizar para numerosas tareas. Gracias a su diseño compacto, su capacidad de ampliación, su bajo coste y su juego de operaciones se adecuan para numerosas aplicaciones pequeñas de control. Además, los diversos tamaños y fuentes de alimentación de las CPU's ofrecen la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

Cabe también destacar el potente software de programación que ha desarrollado Siemens, el TIA Portal ofrece un muy buen entorno de programación para toda su gama que permite de forma muy intuitiva y eficiente la configuración de sus equipos.

La CPU S7-1200 1215C es un aparato autónomo compacto que incorpora las siguientes características:

- Control para una solución compacta e inteligente.
- 14 entradas y 10 salidas digitales integradas.
- 2 entradas analógicas
- 2 salidas analógicas
- Doble Interfaz Ethernet integrada.
- Contador rápido.
- Controlador PID básico.
- Reloj de tiempo real integrado.
- Entradas de alarma.
- Terminales extraíbles en todos los módulos.



*Ilustración 6.6 Siemens Simatic S7-1215C AC/DC/RLY (Imagen extraída de [https://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/basic-controller/s7-1200/cpu/PublishingImages/slideshow/cpu1215c\\_frontal-600.png](https://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/basic-controller/s7-1200/cpu/PublishingImages/slideshow/cpu1215c_frontal-600.png))*

#### 6.2.4 Decisión del autómatas programable

El autómatas programable seleccionado para llevar a cabo el proyecto es el S7-1215C AC/DC/RLY. Una de las principales razones es que cumple todas las especificaciones necesarias para llevar a cabo el proyecto:

- Posee una interfaz de red RJ45 para poder conectarse a los dispositivos a través de protocolos Ethernet.
- Posee salidas analógicas integradas en el equipo sin necesidad de añadir ampliaciones para controlar la consigna de velocidad del servodrive a través de una señal analógica, debido a que no se posee un módulo de interfaz de red para este equipo controlar este equipo vía comunicaciones.

#### 6.3 Elección del variador de frecuencia

Un variador de frecuencia es un dispositivo que permite convertir la frecuencia de entrada de la red a una idónea que permita que el motor de corriente alterna que está controlando actúe como se desea, funcionando a cierta velocidad o ofreciendo un par requerido.

En el proceso de selección de este elemento, como en el caso del autómatas y por el mismo motivo, se ha tenido que elegir entre los variadores de frecuencia existentes en el laboratorio del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universitat Politècnica de València. Todos los variadores de frecuencia que se encuentran en disponibilidad para ser utilizados presentan unas características de funcionamiento muy similares y unas limitaciones técnicas prácticamente iguales.

##### 6.3.1 Decisión del variador de frecuencia

El variador de frecuencia seleccionado para llevar a cabo el proyecto se ha seleccionado entre los equipos que ya existían en el puesto, es el ACS880.

El motivo principal de la elección ha sido que se poseía el slot FENA-11 que permite el control vía Profinet del variador de frecuencia, aunque debe ser mencionado que también es el variador más actual y ofrece un mayor número de opciones y configuraciones.

## 6.4 Lenguajes de programación

En la actualidad existen una gran cantidad de lenguajes de programación. Como ya se ha comentado anteriormente, el IOT2040 es compatible con diversos lenguajes permitiendo así una gran variedad de formatos de programación para un mismo objetivo. Esto provoca la atracción de una gran variedad de usuarios, debido a que no es necesario conocer un lenguaje específico.



Ilustración 6.7 Lenguajes de programación del IOT2040 (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?q=iota2040+lenguajes&rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&tbn=isch&source=iu&ictx=1&fir=91KgEbJucRaVOM%253A%252Ccu5cXkvCkyr3WM%252C\\_vet=1&usg=AI4\\_-kr4d5gCJbqt4wQJ3y\\_Crq6lnRUd0Q&](https://www.google.com/search?q=iota2040+lenguajes&rlz=1C1PRFI_enES782ES782&tbn=isch&source=iu&ictx=1&fir=91KgEbJucRaVOM%253A%252Ccu5cXkvCkyr3WM%252C_vet=1&usg=AI4_-kr4d5gCJbqt4wQJ3y_Crq6lnRUd0Q&))

La programación del autómata programable también puede ser llevada a cabo a través de diversos lenguajes de programación que también serán nombrados a continuación, la mayoría de fabricantes suelen ofrecer en su software de programación la opción del lenguaje LD y ST aunque algunos de ellos ofertan el uso de otros lenguajes o incluso la combinación de ambos como podría ser en la plataforma Sysmac de Omron donde permite añadir en una línea de programación en LD una caja donde programar en ST.

### 6.4.1 Linux Yoct

Yocto Linux, es un proyecto de software colaborativo de código abierto y gratuito diseñado para crear plataformas personalizadas en sistemas embebidos basadas en Linux.

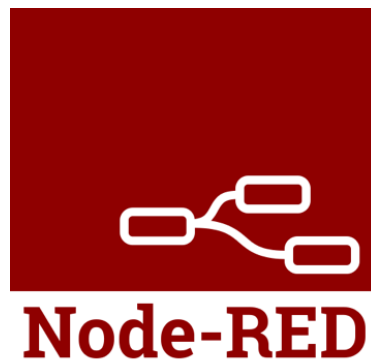
Es el sistema operativo que posee el IOT2040, desde él es posible realizar la conexión de periféricos y la configuración de las direcciones IP de las tarjetas de red, así como del adaptador Wi-Fi por USB en caso de montarse.

También puede programarse el arranque automático de la plataforma Node-Red o de que funcione el dispositivo como *MQTT broker*.

Todas estas opciones y más, deben ser introducidas a través de comandos mediante la conexión SSH a través de Putty. Como ya se comentó algunas de las opciones pueden configurarse a través de la pequeña interfaz *iot2000setup*.

#### 6.4.2 Node-Red (JavaScript)

Node-Red es una plataforma desarrollada por IBM para el internet de las cosas basada en el lenguaje JavaScript, que permite conectar mediante flujos, periféricos con la nube. Su principal virtud es la de servir de nexo para publicar y suscribir datos mediante el protocolo MQTT permitiendo así poder visualizar los datos enviados desde cualquier parte del mundo con unos nodos configurados para la suscripción a esas variables enviadas por protocolo MQTT hacia un servidor.



*Ilustración 6.8 Node-Red logo (imagen extraída de  
[https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=YLPuXJ-yOcWJlwT0sp7oAw&q=node-red+logo&oq=node-red+logo&gs\\_l=img.3..0.8903.9848..10277...0.0..0.85.356.5.....0....1..gws-wiz-img.....35i39j0i30j\)](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=YLPuXJ-yOcWJlwT0sp7oAw&q=node-red+logo&oq=node-red+logo&gs_l=img.3..0.8903.9848..10277...0.0..0.85.356.5.....0....1..gws-wiz-img.....35i39j0i30j))*

Se compone de una gran variedad de librerías que contienen diferentes nodos, algunas básicas vienen preinstaladas y otras más específicas como podrían ser las de MODBUS, diferentes bases de datos o para comunicar con la gama de PLC's S7 de Siemens deben de instalarse desde el propio Node-Red o introduciéndose por comando desde Yocto Linux siempre con conexión a internet.

Aunque ya tiene algunas funciones creadas, uno de los nodos más interesantes a la vez que útil para la realización de proyectos más complejos es el nodo *function*, el cual permite mediante programación JavaScript crear una función propia ampliando de gran manera las posibilidades de esta plataforma. Al tener una gran comunidad detrás debido a su popularidad es posible encontrar muchos ejemplos y ayuda para usuarios que no conocen el lenguaje JavaScript o tienen nociones básicas.

#### 6.4.3 Diferentes lenguajes IOT2000

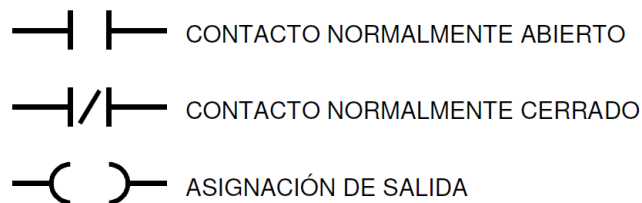
El IOT2040 es también compatible con diferentes lenguajes como C o C++, Java, ANSI C, JSP, Phyton, Arduino, etc.

#### 6.4.4 Diagrama de contactos (LD)

Es un lenguaje muy gráfico derivado del lenguaje de relés utilizado por los electricistas para elaborar los antiguos cuadros de automatismos muy popular entre los programadores de autómatas programables. Su principal ventaja es que todos los símbolos están normalizados según el estándar IEC y son empleados por todos los fabricantes, por lo tanto, es el lenguaje más universal.

Los softwares de programación de los autómatas en modo monitorización muestran las entradas y salidas que están conectadas en cada momento iluminándolas, lo que facilita detectar de forma muy gráfica y rápida averías y errores en las instalaciones.

Estos son los principales símbolos que componen este lenguaje:



*Ilustración 6.9 Principales símbolos del lenguaje de contactos*

También se poseen elementos típicos de programación como contadores y temporizadores u otros bloques más complejos como para la configuración de comunicaciones entre otros dispositivos.

En la siguiente imagen se puede observar un programa en el software de programación de Siemens TIA Portal, en el que se pueden apreciar estos elementos básicos como contactos normalmente abiertos, bobina de salida y un contador (CTU). También se pueden apreciar que se encuentra en modo monitorización pudiendo observar el estado de los contactos y bobina, así como el estado del contador.



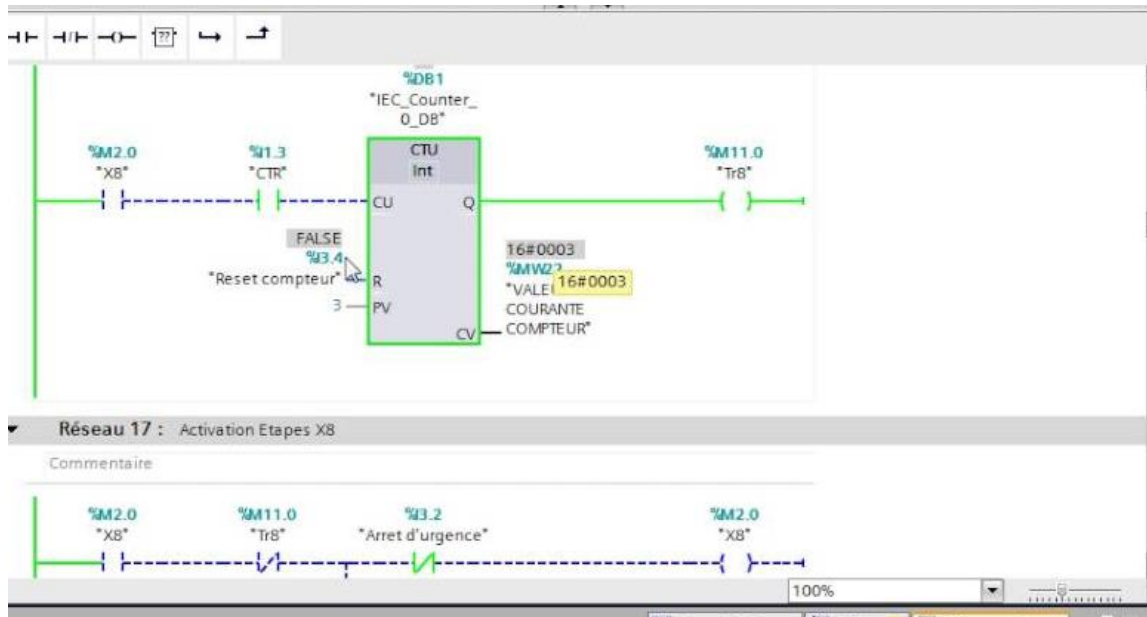


Ilustración 6.10 Vista lenguaje de contactos sobre TIA Portal

#### 6.4.5 Lenguaje de plano de funciones (FBD)

Es un lenguaje basado en las puertas lógicas, su simbología es equivalente a la utilizada en los circuitos lógicos. Esto facilita la utilización de este lenguaje a los usuarios acostumbrados a trabajar con ese tipo de circuitos.

A continuación, se observan las principales puertas lógicas:

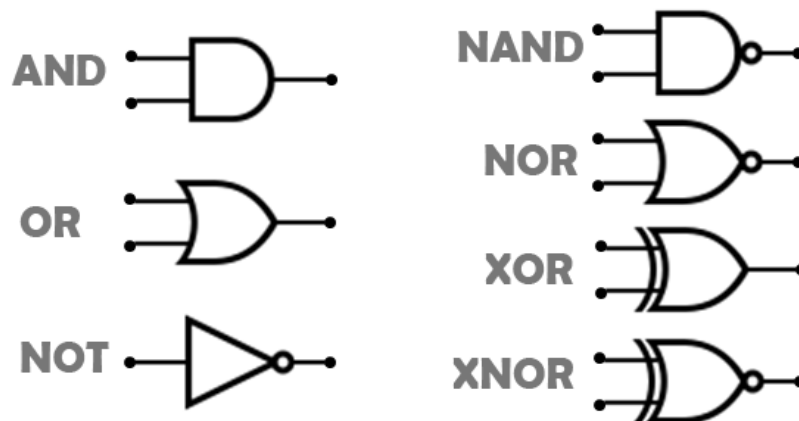


Ilustración 6.11 Principales símbolos de las puertas lógicas

#### 6.4.6 Texto estructurado (ST)

Este lenguaje de programación fue desarrollado por el profesor suizo Niklaus Wirth entre los años 1968-1969 y publicado en 1970, es una adaptación del lenguaje Pascal. Su objetivo era crear un lenguaje que facilitara el aprendizaje de programación a sus



alumnos, utilizando la programación estructurada y estructuración de datos. Sin embargo, con el tiempo su utilización excedió el ámbito académico para convertirse en una herramienta para la creación de aplicaciones de todo tipo.

Pascal se caracteriza por ser un lenguaje de programación estructurado fuertemente tipificado. Esto implica que:

- El código está dividido en porciones fácilmente legibles llamadas funciones o procedimientos. De esta forma Pascal facilita la utilización de la programación estructurada en oposición al antiguo estilo de programación monolítica.
- El tipo de dato de todas las variables debe ser declarado previamente para que su uso quede habilitado.

Es un lenguaje muy simple ya que utiliza un conjunto reducido de palabras clave o instrucciones. Y muy flexible ya que permite la programación en múltiples estilos como la utilización de funciones matemáticas, puertas lógicas, acceso a archivos, lectura de tablas o ficheros de memoria mediante punteros...

Este lenguaje de programación puede ser una herramienta muy potente para la creación de bloques de funciones propios para luego poder ser usadas en otro tipo de lenguaje en los que solo se deban conectar las entradas y salidas especificadas para la propia función.

```
if aux_1 = true then
    desplaza_izq := true;
    velocidad_salida := velocidad;
else
    desplaza_izq := false;
    velocidad_salida := 0;
end_if;
if sensor_p0 = true then
    desplaza_der := true;
    velocidad_salida := velocidad * 10 / 100;
    contador_pulsos1 := encoder;
```

*Ilustración 6.12 Planteamiento de un IF condicional en texto estructurado*

#### 6.4.7 Lenguaje Grafcet (SFC)

Es un lenguaje diseñado para la automatización de procesos secuenciales. Está basado en los llamados Gráficos de orden de Etapa Transición. Es un lenguaje muy práctico porque simplifica muchísimo la programación de automatismos secuenciales haciéndolos mucho más fácil de interpretar y menos engorrosos que utilizando otros lenguajes.

Una vez automatizado el proceso en lenguaje Grafset es muy sencillo transformarlo en diagramas de contactos, aunque actualmente la mayoría de los autómatas ya permiten la utilización del Grafset como tal y no es necesaria esta transformación.

Los softwares de programación de los autómatas en modo monitorización iluminan los estados y transiciones activos, lo que permite saber de manera gráfica y rápida en que parte del proceso se encuentra el sistema en cada momento, pudiendo detectar así fácilmente posibles averías y errores en el sistema que se está controlando.

A continuación, se puede observar la sucesión de etapas en las que al cumplirse ciertas condiciones permitirá acceder a la siguiente etapa:

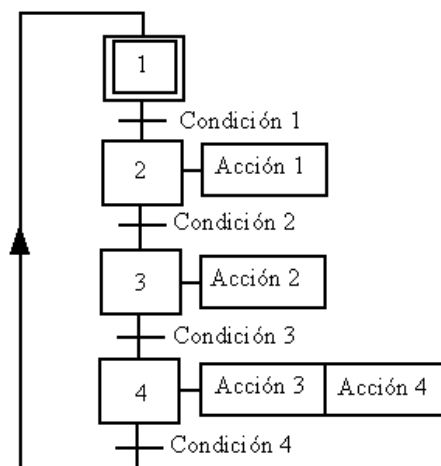


Ilustración 6.13 Ejemplo programación grafset

## 6.5 Software de programación y diseño

### 6.5.1 Plataforma Node-Red

El software principal de programación para este proyecto ha sido Node-Red. Se trata de una plataforma de uso libre que lleva preinstalada el IOT2040 y puede ser instalada en los principales sistemas operativos como Linux, Windows y macOS y basa su funcionamiento en la conexión de nodos que deben ser configurados según los requerimientos del usuario creando una especie de diagrama de flujo que debe ir siguiendo la información obtenida. En la siguiente imagen se puede apreciar la interfaz principal donde a la parte izquierda se pueden las librerías donde dentro de su desplegable se encuentran los diferentes nodos por los que está compuesta. A la derecha se puede leer información sobre el nodo sobre el cual estamos actuando y por último en el centro de la pantalla se encuentra el flujo que estamos creando.

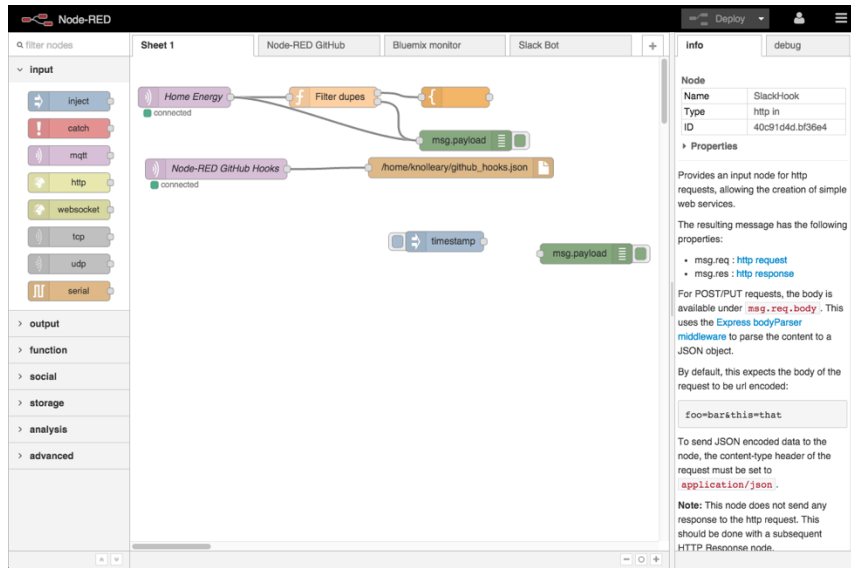


Ilustración 6.14 Vista pantalla configuración Node-Red

Node-Red también dispone de un dashboard, que programado desde el propio flujo puede ofrecer una visión general del sistema desde la cual es posible monitorizar el estado de las variables del flujo.

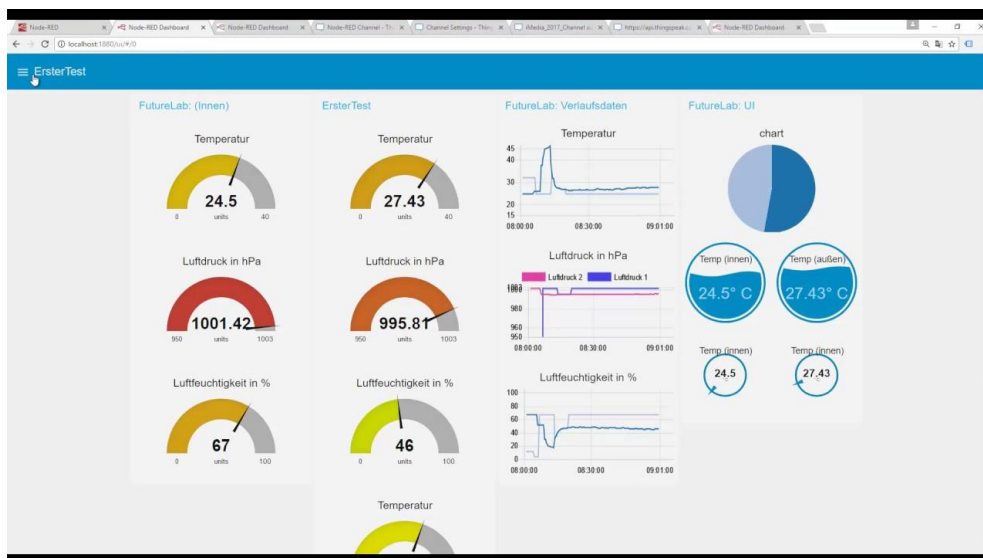


Ilustración 6.15 Vista dashboard Node-Red

### 6.5.2 Eclipse y Arduino

El software de programación Eclipse es compatible para la programación con el IOT2040 a través del cual se pueden compilar en el dispositivo proyectos hechos en C o C++, Java, ANSI C, JSP, Python, etc.

Además, tiene compatibilidad con el software de Arduino usando su propio lenguaje basado en C.

### 6.5.3 TIA PORTAL

El software utilizado para la programación del PLC usado en este proyecto ha sido el *Totally Integrated Automation (TIA PORTAL)* ya que esta es la plataforma que proporciona Siemens para la configuración de sus dispositivos, donde no solo se puede programar autómatas programables sino también se puede configurar HMI, WinCC (SCADA) y la familia SINAMICS de accionamientos para el control de motores eléctricos. Desde ella también es posible la configuración de la red formada por diferentes dispositivos.

En este caso se ha usado la versión más actual del software TIA Portal V15.1

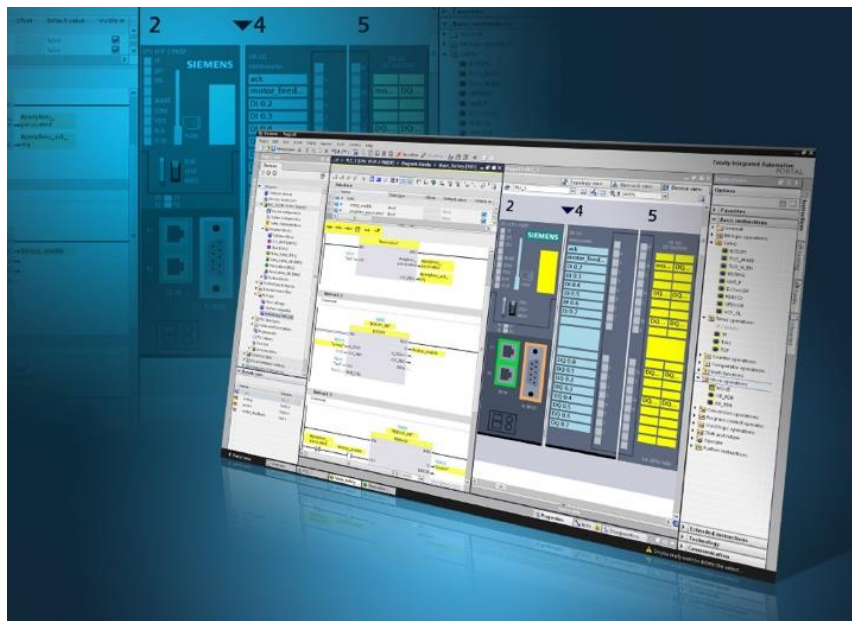


Ilustración 6.16 Software TIA Portal (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enE5782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=uLTuXMvRJoikgwe87rzwAQ&q=tia+portal+software&oq=tia+portal+software&gs\\_l=img.3..0i8i30.2095.5740..6054...2.0..0.155.782.10j1.....0....1..gw](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enE5782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=uLTuXMvRJoikgwe87rzwAQ&q=tia+portal+software&oq=tia+portal+software&gs_l=img.3..0i8i30.2095.5740..6054...2.0..0.155.782.10j1.....0....1..gw) s)

## 6.6 Tipos de conexión

A continuación, se describen las diferentes conexiones que ofrece el IOT2040:

### 6.6.1 Ethernet

Posee dos puertos RJ45 a través de los cuales se puede conectar el dispositivo a la red y así tener conexión a internet, a través del segundo es posible conectarse al dispositivo a través de Putty para la configuración de este. También este puerto puede ser usado para las comunicaciones vía MODBUS para recopilar datos a través de él.

### 6.6.2 Wi-Fi (Adaptador USB)

Dispone de un puerto USB tipo A por el cual se puede añadir un adaptador Wi-Fi que configurado correctamente desde Putty, puede ofrecer conectividad inalámbrica a internet al dispositivo. Además del puerto tipo A tiene otro puerto microUSB por el cual puede ser conectado a diferentes periféricos.

### 6.6.3 Shields Inputs/Outputs

Siemens ofrece un módulo de entradas y salidas digitales y analógicas para la gama IOT2000, aunque estos dispositivos pueden ser compatibles con los diferentes módulos existentes para Arduino con los que poder ampliar funcionalidades. Estos módulos tienen total compatibilidad con Node-Red por lo que pueden ser usados para recopilar estados y valores a través de sus entradas digitales y analógicas.



Ilustración 6.17 Shield montada sobre Simatic IOT2040 (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=77TuXKr9Coy1fAP7vqtmAY&q=iot2040+shield&oq=iot2040+shield&gs\\_l=img.3...54970.62080..62506...9.0..0.87.1395.23.....0....1..](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=77TuXKr9Coy1fAP7vqtmAY&q=iot2040+shield&oq=iot2040+shield&gs_l=img.3...54970.62080..62506...9.0..0.87.1395.23.....0....1..))

## 6.7 Dashboard

Un dashboard es una aplicación diseñada especialmente para el control y monitorización de un proceso o sistema a través del ordenador. Esta aplicación permite la interconexión con los sensores y actuadores de planta, mostrando su estado y recopilando los datos para su posterior análisis.

### 6.7.1 Plataforma MQTT (Adafruit IO, Ubidots)

Algunas plataformas de MQTT como Adafruit IO, Ubidots o IBM Bluemix ofrecen no solo el servicio de broker sino también la posibilidad de crear una interfaz donde visualizar los datos del sistema mediante los mismos datos que estamos enviando al servidor mediante el protocolo MQTT.

### 6.7.2 Node-Red

La plataforma Node-Red como ya se ha comentado anteriormente posee una dashboard sobre la que plasmar los datos obtenidos a través de las comunicaciones o de los pines de entrada.

Esta plataforma puede ser instalada en un ordenador externo y configurada para estar suscrita a las publicaciones del servidor MQTT al que envíe datos el IOT2040 y poder visualizar remotamente el estado del sistema sin necesidad de encontrarse en la misma red que el dispositivo.

## 6.8 Tipos de comunicación

### 6.8.1 MQTT

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) es un protocolo específicamente ideado para el Internet of Things al ser sencillo, ligero y fácil de implantar, se trata de un tipo de comunicación máquina a máquina (M2M). Fue creado por IBM en 1999, su función principal es la de comunicar pequeños dispositivos a través de internet ofreciendo un consumo de energía reducido.

Tiene un tipo de funcionamiento de publicación/suscripción, es decir, un dispositivo (publisher) envía valores hacia un servidor (broker) y otro (subscriber) se suscribe a estos datos enviados bajo topics. Para la protección de ciertos datos, el protocolo permite realizar intercambios de varias formas en las que permite una mayor seguridad de los datos pidiendo ciertos certificados y/o usuario y contraseña.

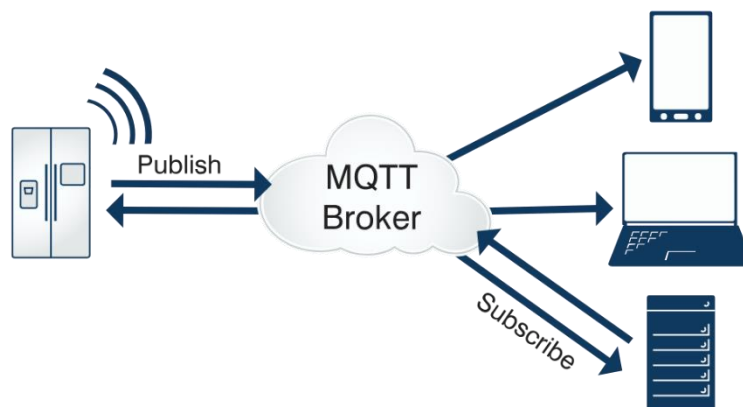


Ilustración 6.18 Funcionamiento protocolo MQTT (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&tbn=isch&sa=1&ei=LrXuXNq1KYi-UuDpsvgB&q=mqtt&oq=mqtt&gs\\_l=img.3..0l10.282688.283478..283610...0.0..0.71.264.4.....0....1..gws-wiz-img.....35i39.ki](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782ES782&tbn=isch&sa=1&ei=LrXuXNq1KYi-UuDpsvgB&q=mqtt&oq=mqtt&gs_l=img.3..0l10.282688.283478..283610...0.0..0.71.264.4.....0....1..gws-wiz-img.....35i39.ki))

## Monitorización de un puesto de prácticas 4.0

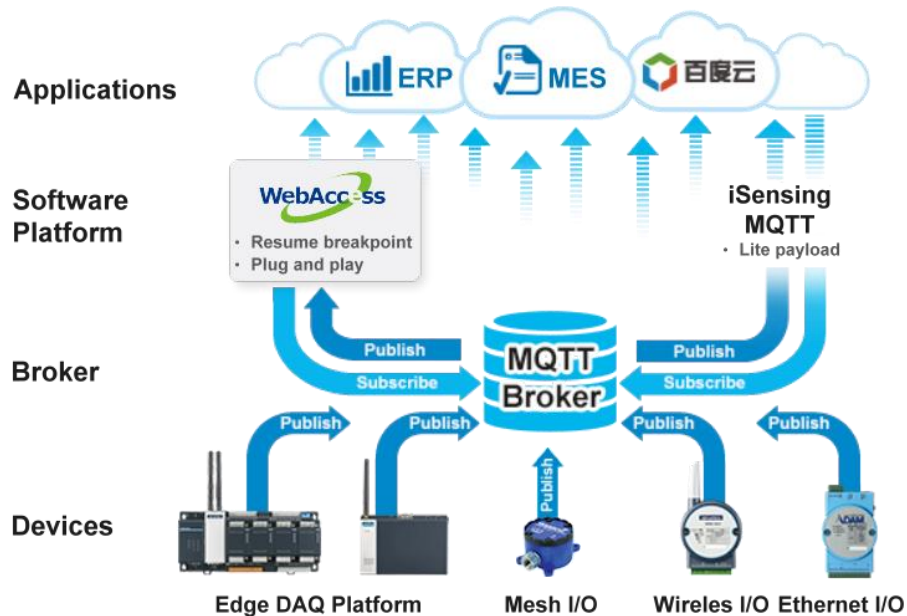


Ilustración 6.19 Funcionamiento Bróker MQTT (Imagen extraída de [https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=IbbuXN9LweRT-litsAo&q=mqtt+applications+software+platform&oq=mqtt+applications+software+platform&gs\\_l=img.3...1860.6578..7243...0.0..0](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=IbbuXN9LweRT-litsAo&q=mqtt+applications+software+platform&oq=mqtt+applications+software+platform&gs_l=img.3...1860.6578..7243...0.0..0))

Sus principales ventajas son:

- Adaptado para utilizar un ancho de banda mínimo.
- Ideal para uso con redes inalámbricas.
- Consumo muy poca energía.
- Rápido y posibilita un tiempo de respuesta superior al resto de protocolos web.
- Gran fiabilidad.
- Requiere pocos recursos.
- 

### 6.8.2 Modbus TCP/IP

Modbus es un protocolo de comunicaciones industrial abierto basado en ethernet industrial, es decir un funcionamiento cliente-servidor.

Debido a ser un protocolo abierto es ampliamente usado y aceptado por gran variedad de fabricantes que lo aplican sobre sus equipos.

Este protocolo fue diseñado para su uso en aplicaciones industriales, tiene una fácil y rápida implementación requiriendo poco desarrollo por parte del usuario.





Ilustración 6.20 Modbus (imagen extraída de  
[https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=-bbuXOahF5CYlwSqlqbQCA&q=modbus+icono&oq=modbus+icono&gs\\_l=img.3...3404.5922..6521...3.0..0.69.559.9.....0....1..gws-wiz-img.....0j0i67j0i30j0i8i30.Q37](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=-bbuXOahF5CYlwSqlqbQCA&q=modbus+icono&oq=modbus+icono&gs_l=img.3...3404.5922..6521...3.0..0.69.559.9.....0....1..gws-wiz-img.....0j0i67j0i30j0i8i30.Q37))

### 6.8.3 Profinet

PROFINET es un estándar técnico de la industria para la comunicación de datos a través de ethernet industrial, diseñado para recopilar datos y controlar equipos en sistemas industriales, con una fortaleza particular en la entrega de datos con limitaciones de tiempo.

Este protocolo es uno de los más extendidos en la industria actualmente, permite diferentes formas de comunicación entre dispositivos como IO-Device para la comunicación entre varios controladores mediante el acceso directo a las direcciones de memoria de estos permitiendo una más fácil integración de los equipos.

También permite crear redes WLAN que usando los correspondientes dispositivos de emisión y recepción poder crear una red inalámbrica por la cual enviar las tramas de comunicación.



Ilustración 6.21 Profinet (Imagen extraída de  
[https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=ALfuXLj5K8bylwTyzLSIDw&q=profinet&oq=profinet&gs\\_l=img.3..35i39j0i9.29368.33206..33449...3.0..0.145.853.13j1.....0....1..gws-wiz-img.....0..0i67.27WiKa](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=ALfuXLj5K8bylwTyzLSIDw&q=profinet&oq=profinet&gs_l=img.3..35i39j0i9.29368.33206..33449...3.0..0.145.853.13j1.....0....1..gws-wiz-img.....0..0i67.27WiKa))

Los protocolos basados sobre ethernet industrial, en esto caso tanto Modbus TCP/IP como Profinet permiten aplicar diversas arquitecturas para dotar de mayor robustez la red de la instalación. Pueden configurarse protocolos con topologías en anillo MRP



(Media Redundancy Protocol) incrementando la disponibilidad de la instalación en caso de fallo o desconexión de algún cable o puerto de algún equipo.

Estos protocolos también permiten configurar Webserver sobre los cuales actuar sobre el equipo o ver su estado.

## 7 Descripción detallada de la solución adoptada: El puesto de prácticas 4.0

### 7.1 Introducción

Actualmente, la inmensa mayoría de los controles industriales están realizados con autómatas programables. Esta rama tecnológica ha crecido mucho en los últimos años, debido sobre todo a su uso así como a sus grandes posibilidades. Todo ello ha derivado en la creación de redes de autómatas interconectados entre sí, o a otros dispositivos como pueden ser variadores de frecuencia, pantallas táctiles, contactores con comunicación industrial, analizadores de redes, incluso hoy en día se desarrollan pulsadores con posibilidad de comunicarse con una red además de los típicos contactos para cablear que poseen. También se ha desarrollado en gran medida el campo de la seguridad donde ahora existen CPU de seguridad y protocolos de comunicación como ProfiSafe que aportan redundancia al sistema haciendo así más segura la instalación.

Con ello se consigue un mayor grado de automatización de la industria, lo cual desemboca en una mayor producción así como en una mayor calidad del producto y de su fabricación. Además, las industrias, o mejor dicho los productos que estas producen, se quedan obsoletos rápidamente, debido a modificaciones, aumento de la producción, apertura de nuevos mercados, cambio de la reglamentación. Por tanto, actualmente las empresas que mejor se adapten a los cambios y a las nuevas tecnologías, serán las que triunfen, es por ello que en este sector cada vez se piden más máquinas que puedan ser adaptables al tipo de producto a fabricar puesto que este puede ir variando dependiendo de la demanda.

Hoy, las empresas se enfrentan continuamente a nuevos retos y a una competencia no siempre en igualdad de condiciones. Gracias a medios como el comercio electrónico y las páginas Web de las propias empresas, compiten en el ámbito internacional. Con empresas de países con un coste de producción mucho menor al coste de producción de nuestro país. Por tanto, la automatización puede ayudar las empresas a aumentar el volumen de producción y la calidad de sus productos para tener una posición favorable en el mercado tan globalizado de la industria actual.

### 7.2 Estrategia de control a utilizar

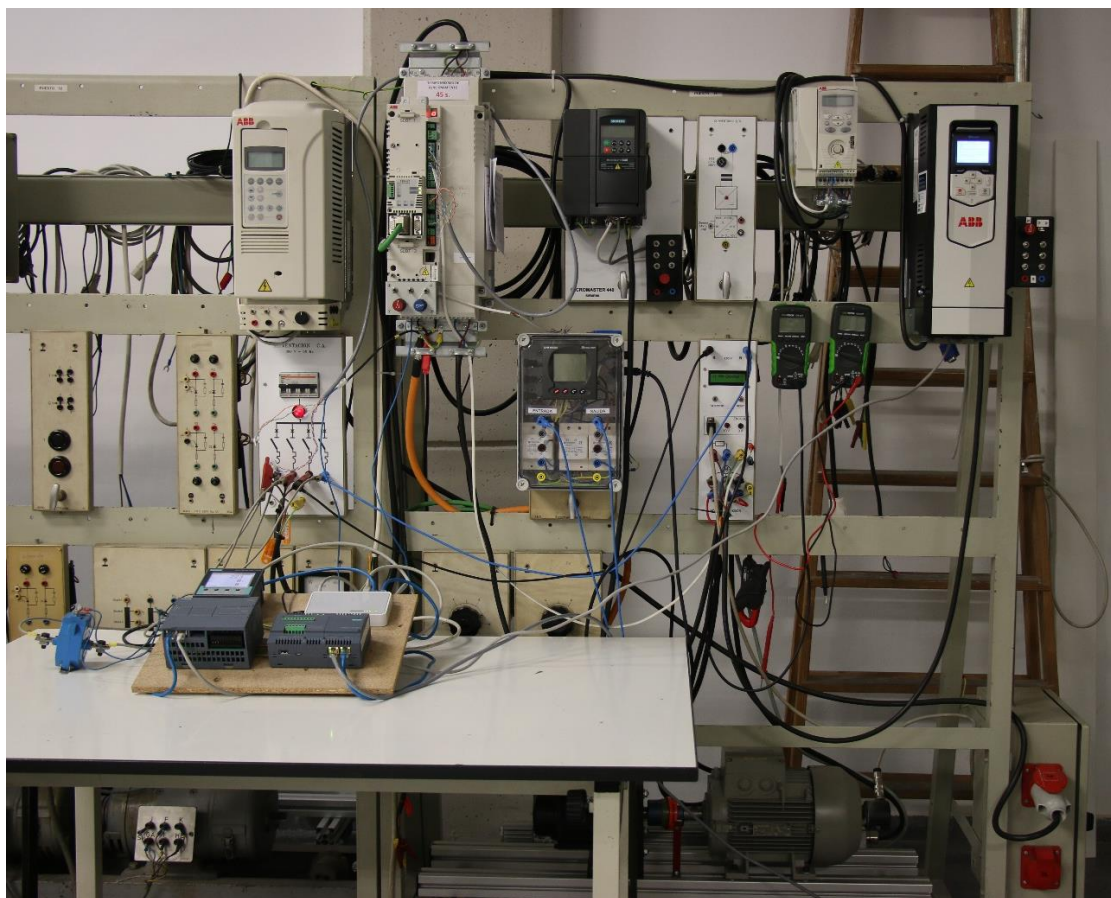
A lo largo de este proyecto, se va a desarrollar el control automático de un puesto de prácticas el cual estará continuamente monitorizado y los valores de su estado y consumo serán enviados en este caso a un Dashboard remoto a través de la plataforma Node-Red y el protocolo MQTT, la plataforma Node-Red permite crearse un dashboard, pero el usuario podrá disponer de los datos que se subirán al bróker de MQTT para poder crearse su propio dashboard en cualquier otra plataforma existente e incluso programar su propia web o software que mediante una conexión a internet para poder acceder a este bróker MQTT le permita configurarse a su gusto y comodidad la aplicación. Estos datos podrían ser enviados perfectamente a un sistema superior de la

pirámide de automatización desde el que se controle la producción y las ordenes de mantenimiento local o remotamente.

El autómatas programable será el encargado de realizar el control del puesto de prácticas, esto quiere decir que es el encargado de almacenar los consumos medidos por el PAC3200, así como de encargarse del control del variador de frecuencia ACS880 que controla el motor de inducción y el control del servodrive que controla el servomotor que opone resistencia al movimiento del motor de inducción. La pantalla HMI simulada desde un PC servirá de interfaz hombre-máquina local para la parametrización del puesto.

Los datos del proceso que almacena el autómatas programable en un bloque de datos propio para que sean leídos por el IOT2040 el cual al poseer conexión a internet será el encargado de subirlos a la nube para su posterior procesamiento por sistemas superiores, también los usuarios que se suscriban a la publicación de datos del bróker MQTT al que se subirán estos, podrán tener acceso a ellos para su uso.

A continuación, se muestran una fotografía del puesto de prácticas con todos los elementos añadidos:



*Ilustración 7.1 Fotografía del puesto de prácticas 4.0*

Seguidamente, se puede apreciar un diagrama del puesto de prácticas 4.0:

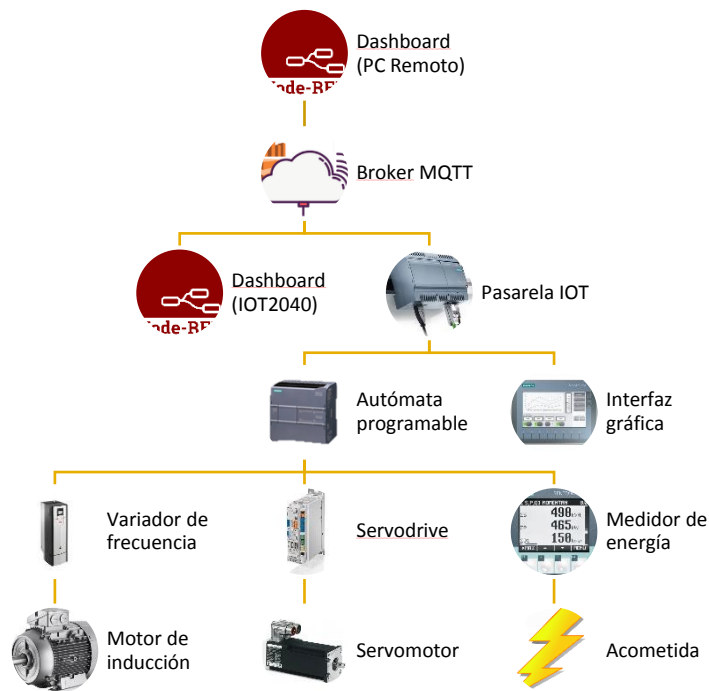


Ilustración 7.2 Diagrama del puesto de prácticas 4.0

### 7.3 Elementos del puesto

#### 7.3.1 Medidor de energía Sentron PAC3200

En el puesto se ha incorporado un medidor de energía aguas arriba que constantemente mide el consumo en la acometida del puesto.

Permite realizar todo tipo de mediciones como voltaje, intensidad, potencia activa, potencia aparente, potencia reactiva, factor de potencia, consumo de energía, frecuencia, THD, etc.

Este medidor posee una entrada digital y dos salidas digitales que pueden ser configuradas fácilmente a través de su pantalla.

Lleva incorporado de serie un puerto RJ45 mediante el cual se puede establecer una comunicación Modbus TCP o Seabus, mediante la compra de un slot pueden llegar aplicarse otro tipo de comunicaciones como profinet o profibus entre otras. En este caso se ha aplicado una comunicación Modbus TCP con el autómata programable para obtener diferentes mediciones provenientes del medidor.

Debe ser comentado que a partir de la versión de firmware 2.2.1 se corrige un error en la comunicación con los equipos S7 por Modbus TCP. Debido a que este era el caso este medidor fue actualizado a su versión más actual de firmware 2.4.5. El firmware puede

ser obtenido gratuitamente registrándose en la página de Siemens, solo debe descargarse este firmware y el software *powerconfig* para aparamenta de medición de Siemens. Es recomendable hacer esta comprobación antes de empezar a establecer la comunicación.

Para obtener la lectura de intensidad del puesto ha sido necesario el uso de un transformador de intensidad que da una señal en corriente al medidor de energía para que obtenga este dato. La relación de transformación debe introducirse a través de la pantalla para que el medidor pueda calcular el valor real de la señal.

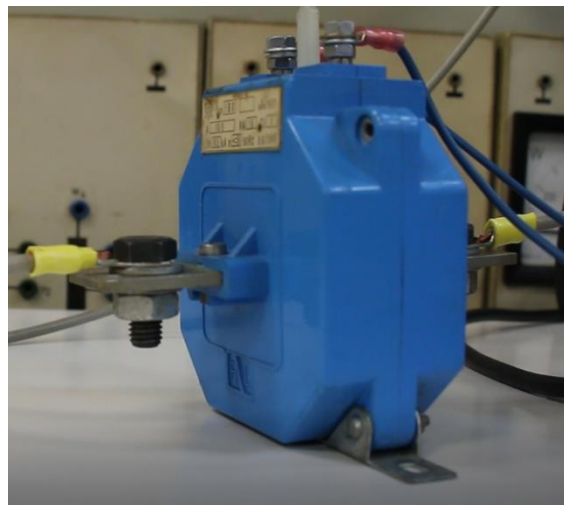


Ilustración 7.3 Transformador de intensidad de medición



Ilustración 7.4 Medidor de energía Siemens PAC3200 (imagen extraída de [https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI\\_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=IrfuXOVCMY2fjLsPkb-88AM&q=pac3200&oq=pac3200&gs\\_l=img.3..35i39j0j0i30j0i5i30j0i24i6.1266578.1268137..1268341...0.0..0.78.475.8](https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enES782ES782&tbm=isch&sa=1&ei=IrfuXOVCMY2fjLsPkb-88AM&q=pac3200&oq=pac3200&gs_l=img.3..35i39j0j0i30j0i5i30j0i24i6.1266578.1268137..1268341...0.0..0.78.475.8))

### 7.3.2 Autómata programable S7-1215C AC/DC/RLY

El autómata empleado como ya se ha comentado en el [punto 6.2.4](#) es el Siemens S7-1215C a lo largo de este punto se describirá su papel en el proyecto.

### 7.3.3 Variador de frecuencia ABB ACS880

El variador de frecuencia empleado es el ABB ACS880 que será controlado mediante el protocolo Profnet como ya se ha mencionado en el [punto 6.3.1](#).

### 7.3.4 Motor de inducción

El motor de inducción empleado es el descrito en el [punto 5.1](#).

### 7.3.5 Servodrive ABB ACSM-1

El servodrive empleado en el proyecto es el ABB ACSM-1 que se ha descrito en el [punto 5.6](#) que será controlado a través de cableado físico.

### 7.3.6 Motor síncrono de imanes permanentes

El servomotor empleado es el descrito en el [punto 5.5](#).

## 7.4 Diagrama de funcionamiento del autómata programable

En este apartado se va a describir genéricamente el funcionamiento del programa cargado sobre el autómata programable.

En primer lugar, el autómata comprueba el estado de las comunicaciones con el variador de frecuencia, la pasarela y el medidor de energía. En caso de estar ausente o en error alguno de ellos el autómata entra en error, aunque mantiene las comunicaciones con el resto de dispositivos.

Una vez, comprobado el estado de los dispositivos se procede al control del variador de frecuencia vía Profnet, así como la lectura y escritura de aquellos parámetros que sean necesarios.

Seguidamente se lleva a cabo la lectura de valores en el medidor de energía a través del protocolo Modbus TCP/IP.

Luego, se ejecuta el control del servodrive mediante salidas y entradas físicas del autómata cableadas al equipo.

Una vez controlados los elementos del puesto, se intercambia datos de entrada y salida con la pasarela IOT2040.

Asimismo, se actualizan las variables controladas a través de la interfaz gráfica, en este caso una pantalla HMI simulada sobre un PC.

Por último, se ha incorporado un bloque de control de alarmas que alerta en todo momento del estado del variador de frecuencia y servodrive del puesto.

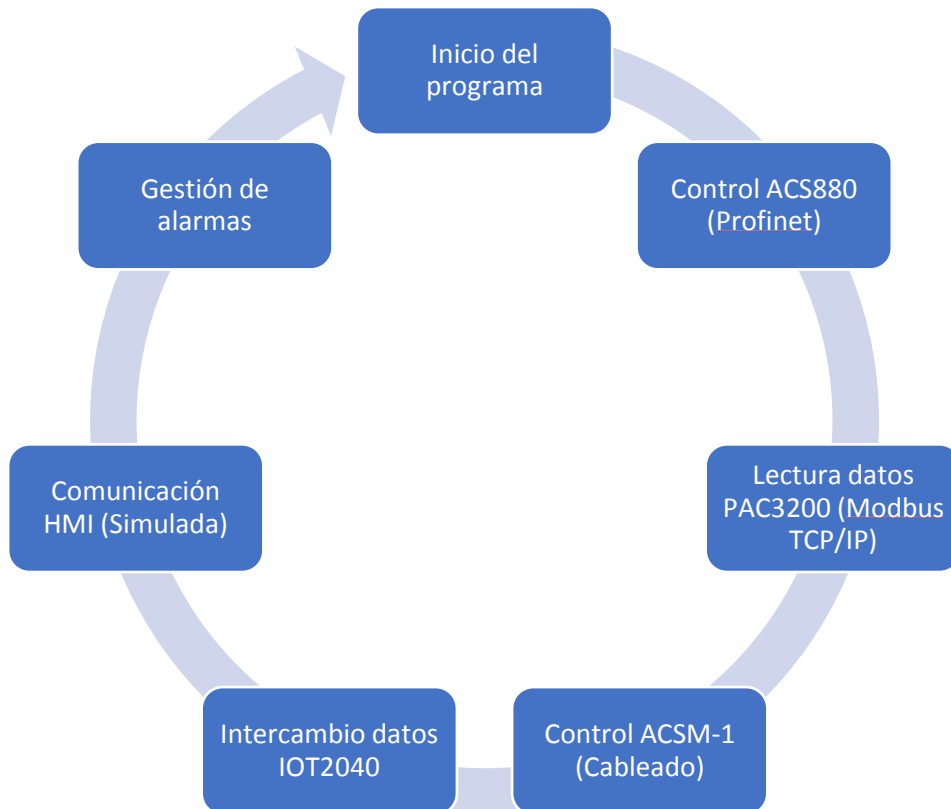


Ilustración 7.5 Diagrama de funcionamiento del autómata programable



#### 7.4.1 Variables utilizadas en el autómatas programable

Las variables usadas en el proyecto de TIA Portal han sido todas creadas en bloques de datos que permiten una mejor organización del proyecto. Únicamente se han usado variables estándar para crear las marcas de ciclo y sistema como relojes o variables permanentemente activas.

A continuación, se presentan imágenes de los diversos bloques de datos que se han creado, cada uno de ellos está dedicado a un dispositivo del puesto:

DB_PAC3200			
	Nombre	Tipo de datos	Offset
1	Static		
2	CONNECT	TCON_IP_v4	0.0
3	DATOS	Array[0..99] of Real	14.0
4	Done	Bool	414.0
5	Busy	Bool	414.1
6	Error	Bool	414.2
7	Status	Word	416.0
8	Voltaje	Real	418.0
9	Intensidad	Real	422.0
10	Pot_Aparente	Real	426.0
11	Pot_Activa	Real	430.0
12	Pot_Reactiva	Real	434.0
13	FDP	Real	438.0
14	THD	Real	442.0
15	Frecuencia	Real	446.0

Ilustración 7.6 Bloque de datos dedicado al medidor de energía

ACSM-1			
	Nombre	Tipo de datos	Offset
1	Static		
2	Referencia	Int	0.0
3	Start	Bool	2.0
4	Reset	Bool	2.1
5	Intensidad	Real	4.0
6	Par	Real	8.0

Ilustración 7.7 Bloque de datos dedicado al servodrive



ACS880			
	Nombre	Tipo de datos	Offset
1	Static		
2	Switch_ON	Bool	0.0
3	Start	Bool	0.1
4	EMCY_Stop	Bool	0.2
5	Coast_Stop	Bool	0.3
6	EXT_CTRL	Bool	0.4
7	Speed_REF	Int	2.0
8	Reset	Bool	4.0
9	DONE	Bool	4.1
10	ERR	Bool	4.2
11	ERNO	Int	6.0
12	STOPPED	Bool	8.0
13	RUNNING	Bool	8.1
14	FAULT	Bool	8.2
15	WARN	Bool	8.3
16	EXT_RUN_ENABLE	Bool	8.4
17	LOCAL_CTRL	Bool	8.5
18	EXT_CTRL_LOC2	Bool	8.6
19	ACT_SPEED	Int	10.0
20	MSW	Word	12.0
21	MCW	Word	14.0
22	Aceleración	DInt	16.0
23	Deceleración	DInt	20.0
24	Intensidad	DInt	24.0
25	Par	DInt	28.0
26	Frecuencia	DInt	32.0
27	PotenciaSalida	DInt	36.0
28	Energía	DInt	40.0
29	Temperatura ambiente	DInt	44.0
30	TiempoFuncionamie...	DInt	48.0

Ilustración 7.8 Bloque de datos dedicado al variador de frecuencia

También se han creado bloques de datos para el uso de los bloques de función usados y creados durante el proyecto y que más adelante son descritos.

#### 7.4.2 Comunicación ACS880 vía Profinet a través FENA-11

El variador de frecuencia instalado en el puesto lleva añadida un slot que actúa como interfaz ethernet sobre el que se pueden aplicar los protocolos de Modbus TCP, Ethernet IP y Profinet.

En este caso, se va a comunicar el variador de frecuencia con el autómatas programable mediante el protocolo Profinet. Primer o debe prepararse el autómatas para poder comunicar con el slot instalado en el variador de frecuencia.

Debe instalarse el archivo GSD del FENA-11 en el catálogo de hardware del proyecto. Este archivo puede descargarse gratuitamente desde la página de ABB. Para ello en la vista de redes del proyecto entrando en el apartado de opciones, administrar archivos de descripción de dispositivos.

Debe comprobarse la versión de firmware del FENA-11 instalado para no instalar una versión superior, también podría actualizarse la versión de firmware, aunque en este caso se ha instalado una versión inferior en el catálogo de hardware.



Ilustración 7.9 Menú instalación archivos GSD en TIA Portal

Como se observa en la siguiente imagen se ha arrastrado del catálogo de hardware el FENA-11 y se ha conectado su puerto con el del PLC\_1.

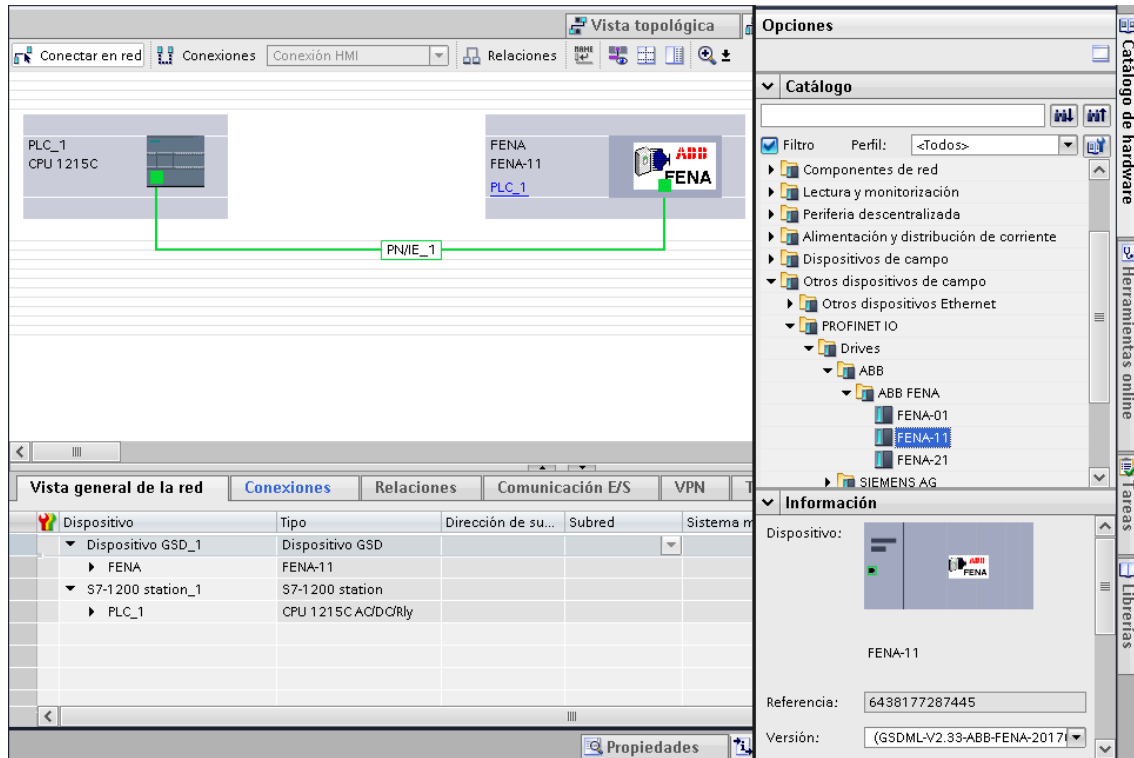


Ilustración 7.10 Catálogo de hardware TIA Portal - FENA11

También dentro del módulo FENA-11 se ha añadido su PPO Type (Parameter Procces Data Object). Sobre este módulo debe configurarse la IP que va tener el variador y el puerto del autómatas sobre el que se va a conectar el FENA-11.

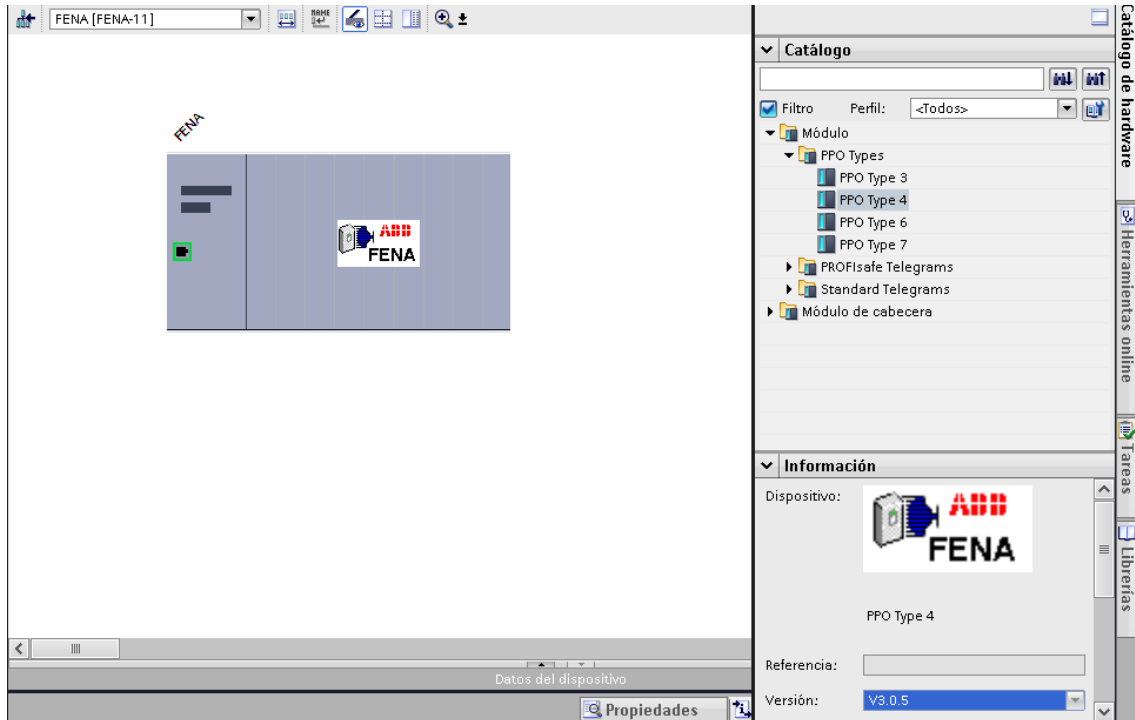


Ilustración 7.11 FENA11 TIA Portal

ABB proporciona unas librerías de bloques de función para el control de sus variadores de frecuencia desde TIA Portal. En este proyecto se han utilizado esos bloques de función que permiten controlar el variador y leer y escribir cualquiera de sus parámetros.

Para ello debe cargarse esa librería en el proyecto que contiene los siguiente:

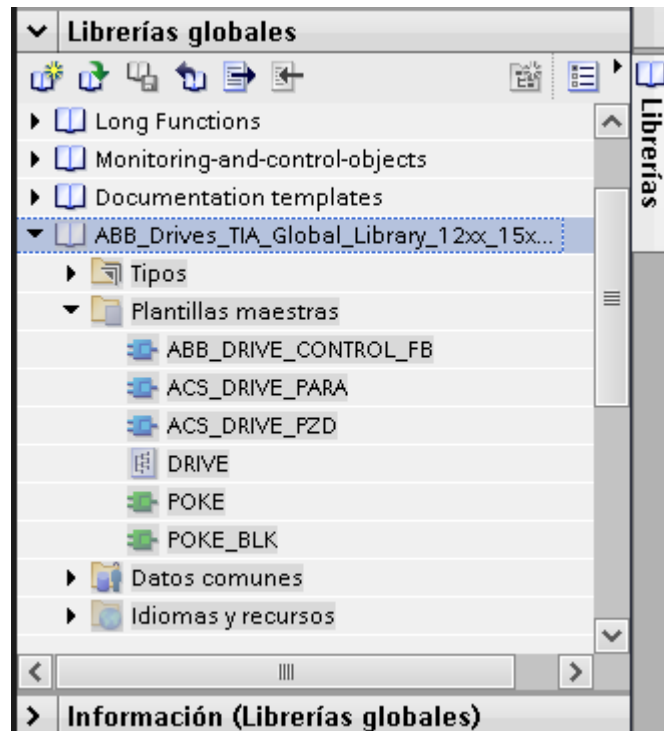


Ilustración 7.12 Menú librerías globales TIA Portal

Entre ellos “DRIVE” es un tipo de datos que debe introducirse dado que estos bloques utilizan ese tipo de datos para ejecutarse.

El resto de bloques de función y funciones deben llevarse al apartado de los bloques de programa.

Primero se procede a configurar el bloque “ABB\_DRIVE\_CONTROL\_FB” que es el que permite controlar el estado del variador, es decir, dar la marcha o paro y fijar una velocidad de referencia, como para el medidor de energía se debe crear un bloque de datos para tener más organizadas las variables del bloque.

En las primeras patillas de entrada se añade la configuración establecida anteriormente para la comunicación con el variador, el resto se han añadido sus respectivas variables del bloque de datos creado. Se ha mirado el manual del bloque para su configuración.

La siguiente función es la utilizada para el control del variador de frecuencia:

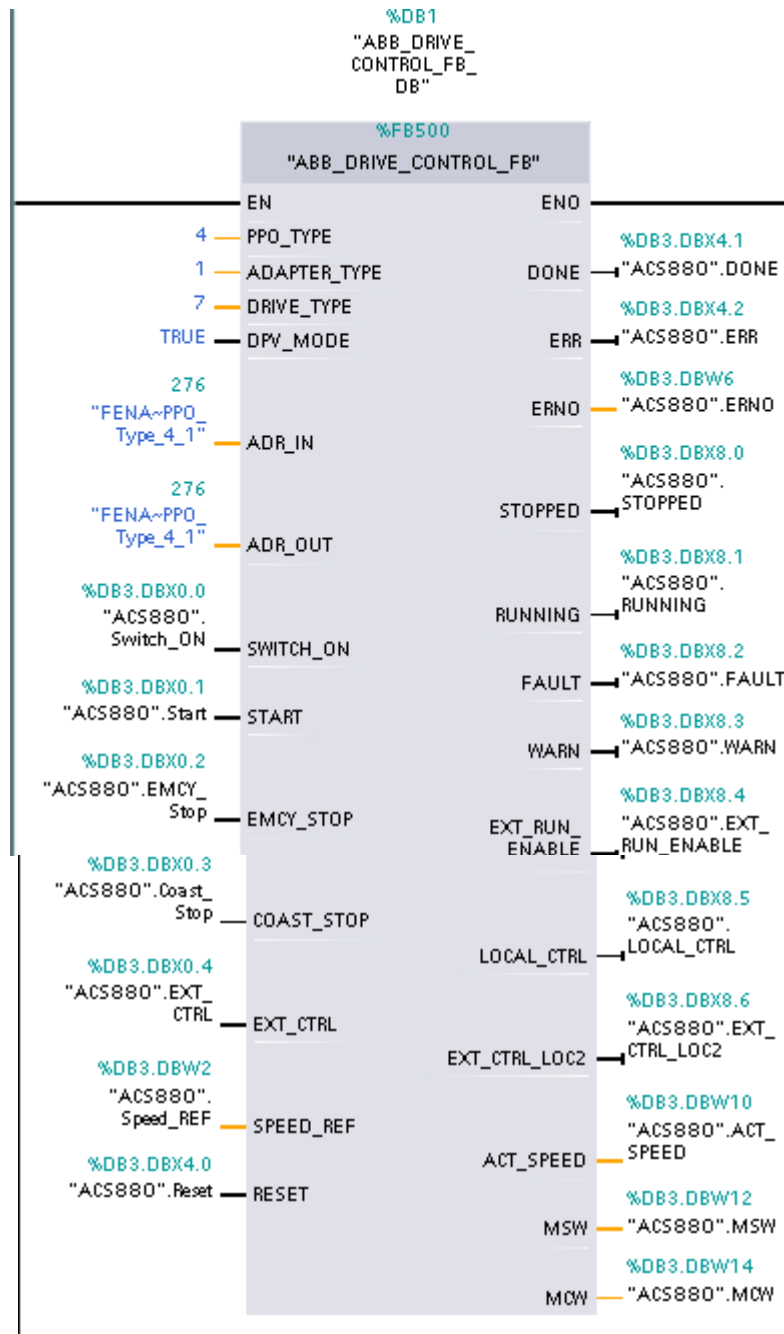


Ilustración 7.13 Bloque de función control ACS880

El siguiente bloque configurado para la supervisión y control del variador es el de lectura y escritura de parámetros.

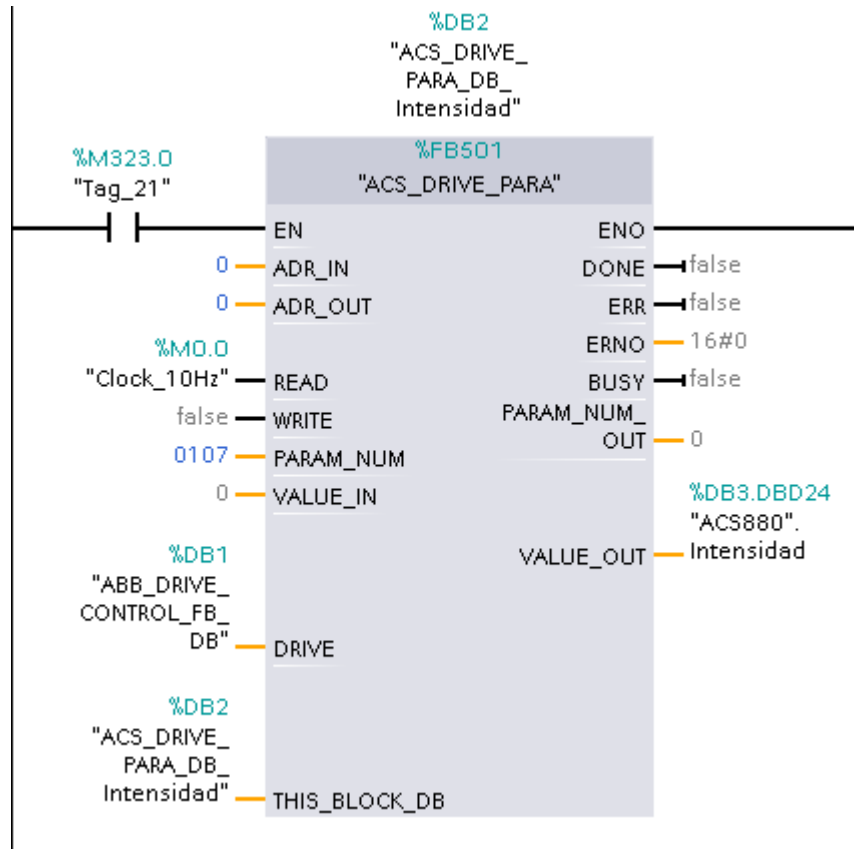


Ilustración 7.14 Bloque de escritura/lectura parámetros ACS880

En este bloque debe configurarse una entrada que marque el mandato de leer o escribir y sobre que parámetros se a actuar, en caso de escritura también debe introducirse el valor a escribir sobre el parámetro.

Este bloque se referencia sobre el mismo bloque de control del variador, que si se observa el bloque de datos que se crea cuando se inserta el bloque de función hay un apartado para le lectura y escritura de un único parámetro. Esto obliga a crear tantos bloques de control como bloque de parámetros se quieran leer o escribir para referenciar cada bloque de control a uno de ellos. Estos bloques de control deben llevar la configuración de variables idénticas entre ellos para que no cree conflictos internos, es decir que se solapen variables debido a que todos los bloques se referenciarán al mismo puerto de comunicaciones.

Cuando se utiliza más de un bloque de parámetros aparte de crear tantos bloques de control como parámetros se requieran debe tomarse la precaución de escalonar la actuación de estos bloques para no saturar el ciclo de scan del autómatas programable.

En este caso se ha optado por un variable interna sobre la que actúa un bloque Set/Reset que al activarse da acceso al bloque de parámetros a ejecutarse como se puede apreciar en la fotografía del bloque de parámetros que lleva la variable %M323.0 delante del "Enable". En este caso la variable activará el primer bloque de parámetros, por lo tanto, con el primer escaneo del autómatas deberá activarse y se desactivará cuando el bloque de parámetros en este caso de lectura de intensidad deje de estar ocupado, es decir, se active el flanco negativo de "busy". A partir del primer escaneo esta variable solo se activará cuando su bloque predecesor deje de estar ocupado. Esta metodología se ha aplicado para poder escalonar el resto de bloques.

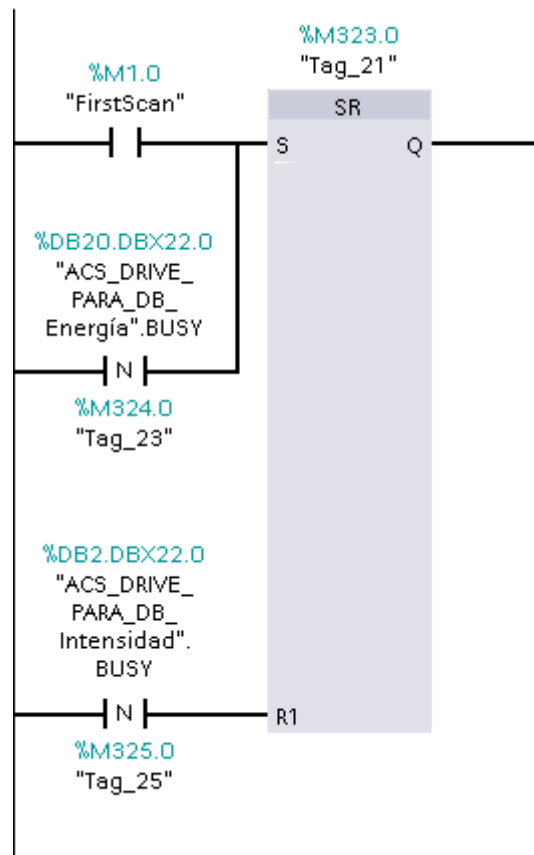


Ilustración 7.15 Set/Reset ejemplo secuenciador comunicación parámetros ACS880

#### 7.4.3 Comunicación Sentron PAC3200 vía Modbus TCP

A continuación, se detalla el procedimiento a seguir para establecer la comunicación con el medidor de energía mediante el protocolo de comunicación Modbus TCP.

En primer lugar, debe añadirse en la rutina main el bloque de función "MB\_CLIENT", permite la comunicación como cliente Modbus TCP a través de la conexión PROFINET del autómatas programable. La instrucción "MB\_CLIENT" permite establecer una



conexión entre el cliente y el servidor, enviar órdenes Modbus y recibir respuestas, así como controlar la desconexión del cliente Modbus TCP.

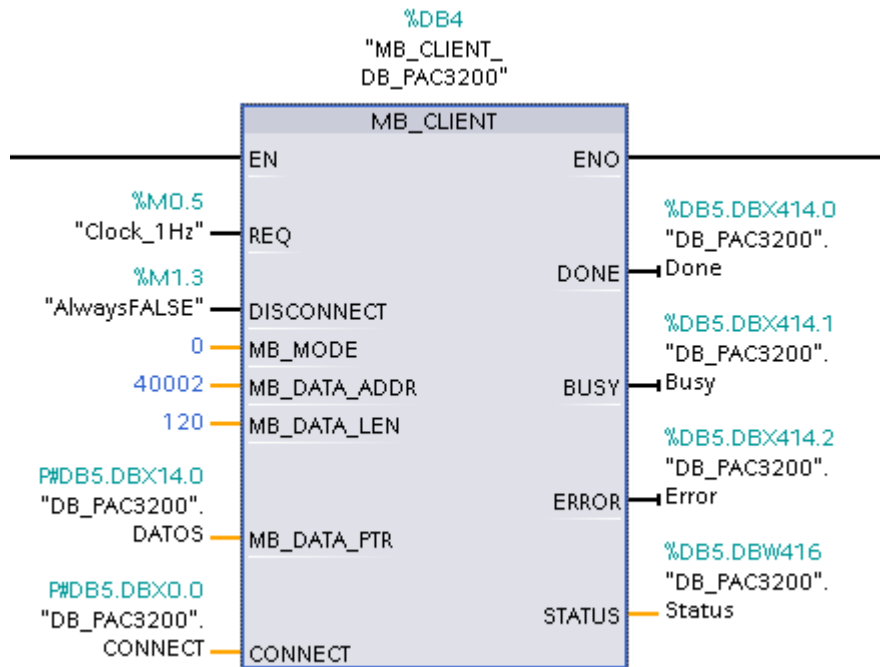


Ilustración 7.16 Bloque comunicación Modbus TCP/IP

También se va a crear un bloque de datos para insertar los parámetros a introducir en el bloque para establecer la comunicación y también almacenar el valor de los registros leídos.

Primero debe crearse una variable que sea de tipo "TCON\_IP\_v4" donde como se observa en la siguiente imagen se establece la configuración del dispositivo maestro del que se van a leer los registros, entre ellos su IP. La forma de configurar cada valor se puede consultar en la ayuda de TIA PORTAL. Una vez configurado esta variable se debe introducir en el bloque en la patilla CONNECT.

DB_PAC3200				
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arran...
Static				
CONNECT		TCON_IP_v4	0.0	
InterfaceId		HW_ANY	0.0	64
ID		CONN_OUC	2.0	1
ConnectionType		Byte	4.0	11
ActiveEstablished		Bool	5.0	TRUE
RemoteAddress		IP_V4	6.0	
ADDR		Array[1..4] of Byte	6.0	
ADDR[1]		Byte	6.0	192
ADDR[2]		Byte	7.0	168
ADDR[3]		Byte	8.0	0
ADDR[4]		Byte	9.0	111
RemotePort		UInt	10.0	502
LocalPort		UInt	12.0	502

Ilustración 7.17 Configuración comunicación TCON\_IP\_V4

En la patilla MB\_DATA\_PTR se introducirá donde se van a guardar los datos leídos, en MB\_DATA\_ADDR desde que registro Modbus se va a leer y en MB\_DATA\_LEN la longitud de lectura, en este caso 120 al ser registros dobles, se estarían leyendo los primeros 60 registros.

También debe de configurarse en el dispositivo la dirección IP, máscara de subred y protocolo en el que se va a comunicar en el menú de comunicaciones.

#### 7.4.4 Control del servodrive

A continuación, se va a describir el funcionamiento de la función creada en TIA Portal para el control del servodrive mediante salidas digitales para dar la orden de marcha y reset, salidas analógicas para enviar la consigna de par a la entrada analógica del servodrive y con entradas analógicas que reciban un valor de la salida analógica del servodrive, en este caso la intensidad a la salida del convertidor. Gracias a este valor de intensidad y sabiendo que en los motores síncronos de imanes permanentes el par es proporcional a la intensidad, ha sido posible calcular el par ofrecido.

Como se observa, el bloque está compuesto por entradas y salidas referenciadas al bloque de datos creado para las variables del ACSM-1, el resto de variables son las entradas y salidas físicas y el rango máximo y mínimo de la referencia de funcionamiento a enviar al servodrive.

Internamente se realiza un escalado de la señal recibida de la intensidad al valor real y una vez obtenido ese valor, aprovechando que en este motor el par es proporcional a la intensidad se realiza el cálculo teórico de este para obtener también ese valor.

El mismo proceso de escalado se hace para indicar sacar la referencia, se introduce un valor entre el rango máximo y mínimo insertado y se escala la señal analógica para sacar un valor entre 0-20mA.

Por último, las señales digitales de start y reset se gestionan con una condición que impida que actúen ambas a la vez. La señal de start controla la marcha y el paro del equipo según su estado.

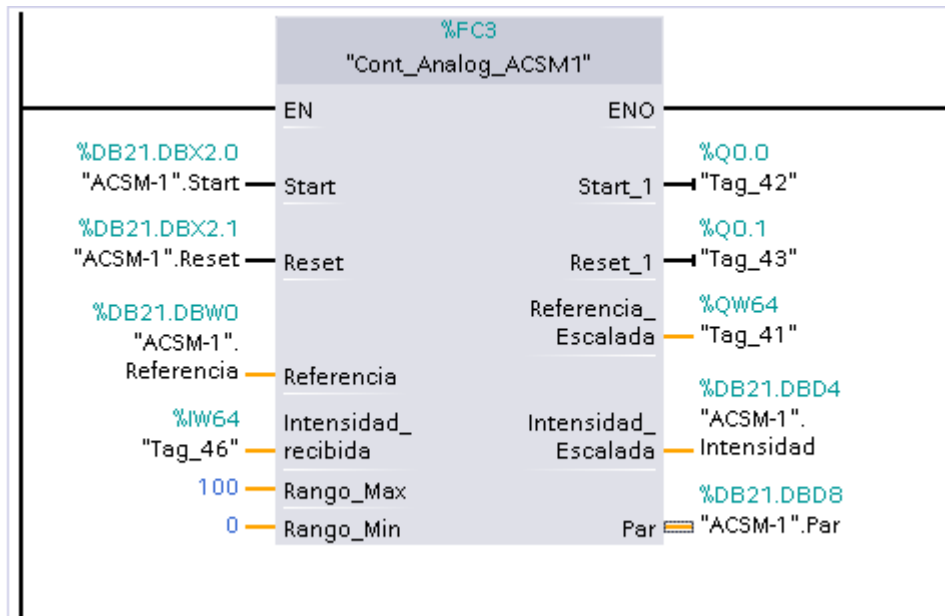


Ilustración 7.18 Bloque de función control servodrive ACSM-1

La función está compuesta por una normalizado en el que se indica un rango máximo y mínimo para introducir la referencia para ser pasado a una función de escalado que lo adapta a la resolución de la salida analógica del autómatas programable.

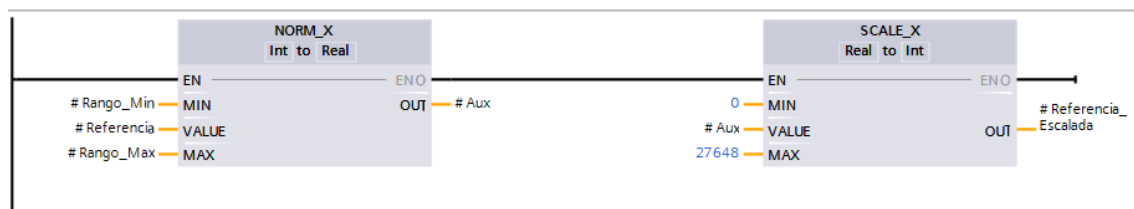


Ilustración 7.19 Escalado salida analógica para el control del servodrive

Por otra parte, se recibe una entrada analógica con la intensidad que se consume a la salida del servodrive que sigue la misma sistemática para obtener su valor, se normaliza la señal conforme a la resolución del autómatas programable y luego se escala conforme al valor que se haya determinado en la salida analógica del servodrive.

Paralelamente, también se calcula el par con la intensidad obtenida puesto que son lineales en este tipo de motores.

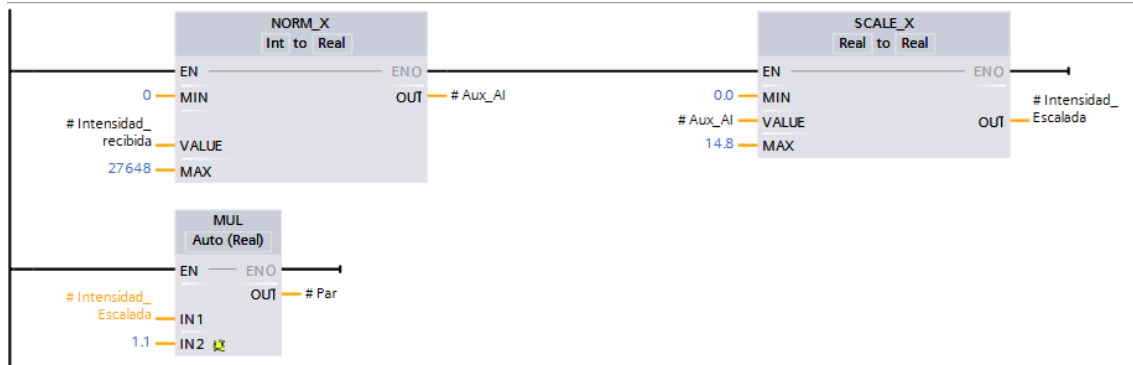


Ilustración 7.20 Escalado entrada analógica y cálculo de par

#### 7.4.5 Intercambio de datos IOT2040

Este proceso de intercambio de datos se explica con más detalle en el [siguiente punto](#).

#### 7.4.6 Pantalla de control local

Para realizar un control local sin necesidad de acceder al dashboard del Iot2040, se ha simulado una pantalla HMI sobre un PC conectado al autómata programable desde donde se puede modificar todo tipo de parámetros que tengan que ver con el control del puesto como se puede apreciar en la imagen.

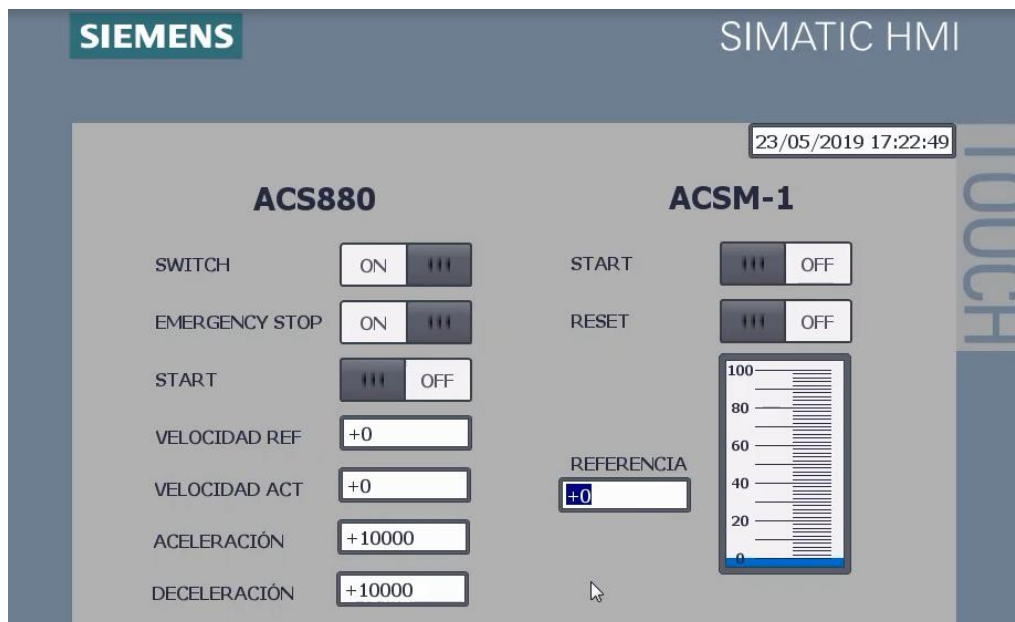


Ilustración 7.21 interfaz local de control

#### 7.4.7 Gestión de alarmas

Este bloque gestiona las alarmas mostradas en el dashboard, las variables de estado son un valor numérico que según su valor indica el estado en el que se encuentra el equipo. En este caso, se indica si están en funcionamiento o en reposo o si se encuentran en error por fallo de comunicación como podría ser en el caso del variador controlado a través de profinet.

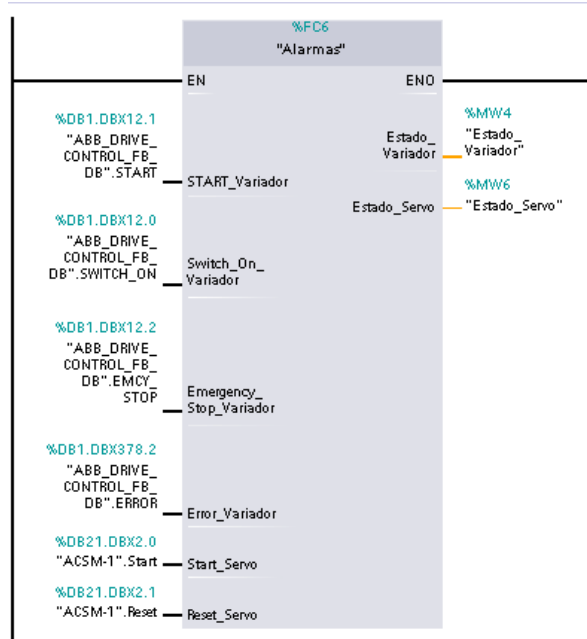


Ilustración 7.22 Bloque de función gestión de alarmas

El contenido de la función se ha desarrollado sobre texto estructurado (SCL), para la gestión de las condiciones de alarma se ha usado un condicional IF donde se tienen en cuenta todos los casos que pueden darse sea para el servodrive tanto como para el variador de frecuencia.

```

0001 IF #START_Variador AND #Switch_On_Variador AND #Emergency_Stop_Variador AND NOT #Error_Variador THEN
0002   #Estado_Variador := 1;
0003 ELSIF NOT #START_Variador AND #Switch_On_Variador AND #Emergency_Stop_Variador AND NOT #Error_Variador THEN
0004   #Estado_Variador := 0;
0005 ELSE
0006   #Estado_Variador := 2;
0007 END_IF;
0008
0009 IF #Start_Servo AND NOT #Reset_Servo THEN
0010   #Estado_Servo := 1;
0011 ELSIF NOT #Start_Servo AND #Reset_Servo THEN
0012   #Estado_Servo := 2;
0013 ELSE
0014   #Estado_Servo := 0;
0015 END_IF;
0016
0017

```

Ilustración 7.23 Código función de gestión de alarmas

### 7.5 Diagrama de funcionamiento de la pasarela

En este apartado se va a describir genéricamente el funcionamiento de la configuración cargada sobre la pasarela.

En primer lugar, al recibir alimentación la pasarela está configurada para auto arrancar Node-red. Una vez arrancado Node-Red empieza a ejecutarse toda la configuración cargada sobre la pasarela

Los nodos automáticamente tratan de establecer comunicación con el autómata programable y el bróker MQTT y empezar con el intercambio de datos.

Seguidamente, los flujos de nodos empiezan a ejecutarse con los datos obtenidos y respondiendo a ellos conforme haya sido configurado

Por último, respecto a esos datos, se actualizan en el dashboard para poder ser visualizados por el usuario.

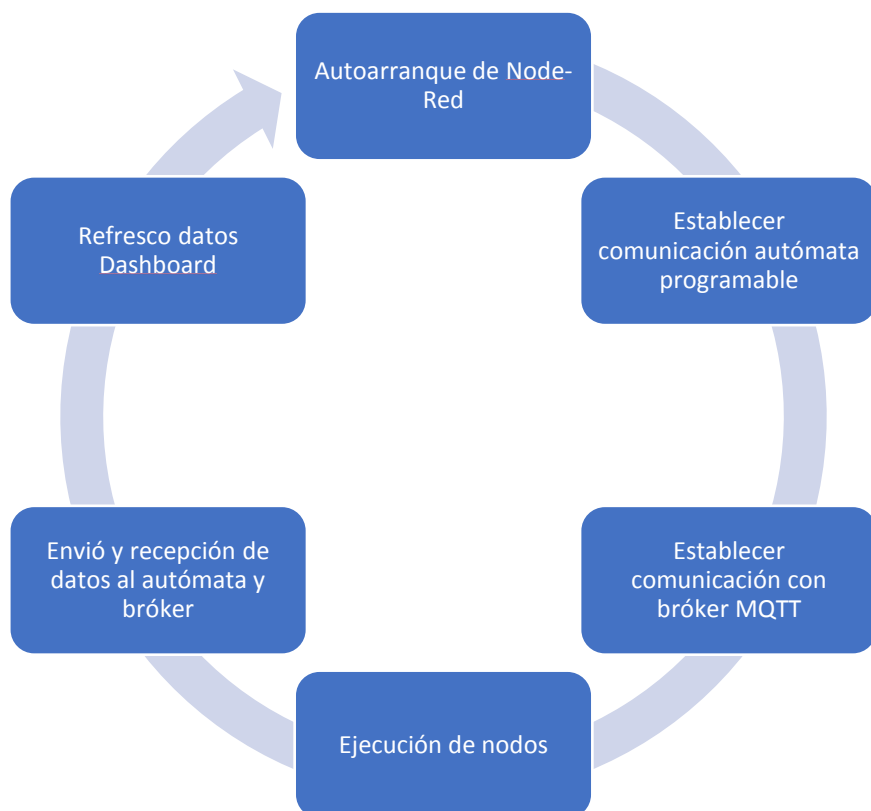


Ilustración 7.24 Diagrama de funcionamiento de la pasarela

Una vez puesto en marcha el IOT2040 y configurado el funcionamiento de Node-Red sobre el equipo como se explica en el [anexo 1](#) se procede a la programación de Node-Red para la adquisición de datos del autómatas programable y comunicación con el bróker MQTT que abastezca al resto de clientes que quieran obtener esos datos.

#### 7.6.1 Comunicación S7 con el autómatas programable

Entre las librerías descargables para Node-Red existe una llamada S7 que permite la comunicación tipo S7 que se puede realizar entre autómatas Siemens bajo una comunicación Profinet. Esta librería debe instalarse desde el apartado de “Manage Palettes”, se instalarán dos bloques, uno aparecerá en el apartado de “input” y otro en el de “output”.

Una vez instalada, se arrastra el bloque S7 sobre la interfaz de programación y se procede a su configuración.

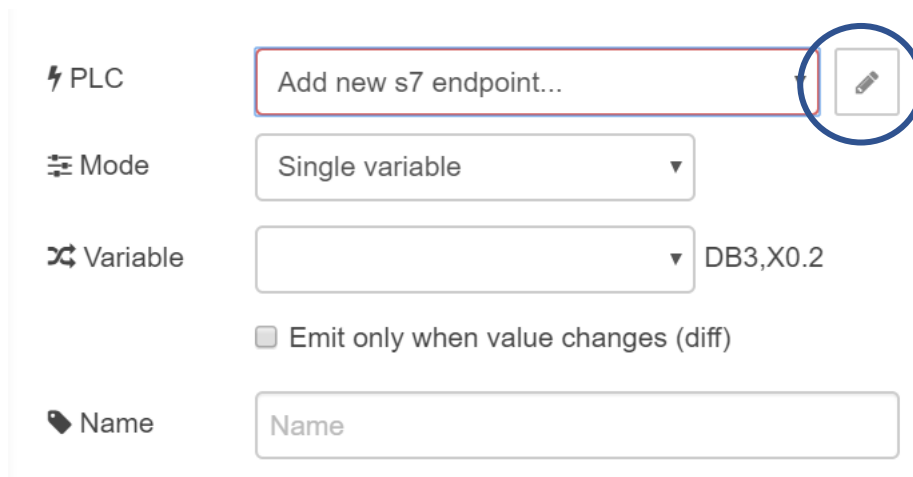


Ilustración 7.25 Nodo S7

En el apartado de “Connection” se debe añadir la dirección IP del autómatas programable, la posición que ocupa la CPU en el carril, el tiempo de refresco de datos y el tiempo máximo de petición de comunicación.

En el apartado de variables se van a configurar todas las variables que van a usarse del autómatas programable. Debe añadirse la dirección absoluta de memoria sobre la que se quiere actuar.

En caso de ser un bloque de datos previamente en TIA Portal debe configurarse este para que use direcciones de memoria absolutas y no relativas desde sus propiedades desactivando la propiedad de acceso optimizado al bloque.

Connection

Variables

IP Address

192.168.0.1

Port

102

Mode

Rack/Slot

Rack

0

Slot

1

Cycle time

500

ms

Timeout

1500

ms

Debug

Default (command line)

Name

Name

Ilustración 7.26 Configuración comunicación autómatas programables -Nodo S7

Connection

Variables

Variable list

DB3,X0.0	SWITCH_ON	×
DB3,X0.1	START	×
DB3,X0.2	EMCY_STOP	×
DB3,INT2	SPEED_REF	×
DB3,X8.0	STOPPED	×
DB3,X8.1	RUNNING	×

+ Add

Remove all

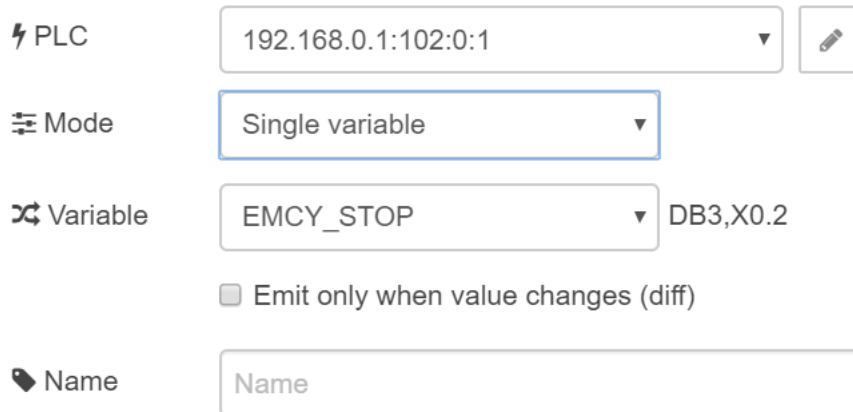
Import

Export

Ilustración 7.27 Variables comunicación - Nodo S7



Una vez configurada la comunicación con el autómata programable y definidas las variables sobre las que se quiere actuar, se debe definir ese bloque que se ha arrastrado sobre que variable quiere actuar, definiendo sobre que autómata y que variable se va a actuar.



⚡ PLC 192.168.0.1:102:0:1

⚙ Mode Single variable

🔄 Variable EMCY\_STOP DB3,X0.2

☐ Emit only when value changes (diff)

🏷 Name Name

Ilustración 7.28 Nodo S7 correctamente configurado

Debe decirse que se puede configurar la comunicación para acceder a diversos autómatas programables siguiendo los mismos pasos seguidos.

De este modo se puede controlar desde el IOT2040 o desde cualquier ordenador que tenga instalado Node-Red los parámetros del autómata programable en modo local, es decir sin necesidad de conexión a internet, simplemente teniendo conectado mediante una interfaz RJ45 el autómata programable y el IOT2040 u ordenador.

#### 7.6.2 Comunicación con el bróker MQTT (CloudMQTT)

Previamente a proceder a configurar la comunicación de Node-Red con el bróker debe crearse una cuenta en este último.

El servidor usado en este proyecto es CloudMQTT que tiene una versión gratuita siempre que no se superen cierto número de mensajes por segundo de 10 Kbit/s y un número máximo de usuarios conectados. Para el desarrollo del proyecto más que suficiente.

Desde el siguiente enlace <https://www.cloudmqtt.com/> se puede acceder al servidor para registrarse, bien con cuenta de Google o GitHub o creando una cuenta en este portal.

Una vez creada la cuenta debe crearse una instancia/proyecto sobre el que se enviarán los datos.

Volviendo a Node-Red, por defecto tiene instalado en sus apartados de “input” y “output” unos bloques llamados MQTT, que se deben a arrastrar a la interfaz de programación para poder configurarse.

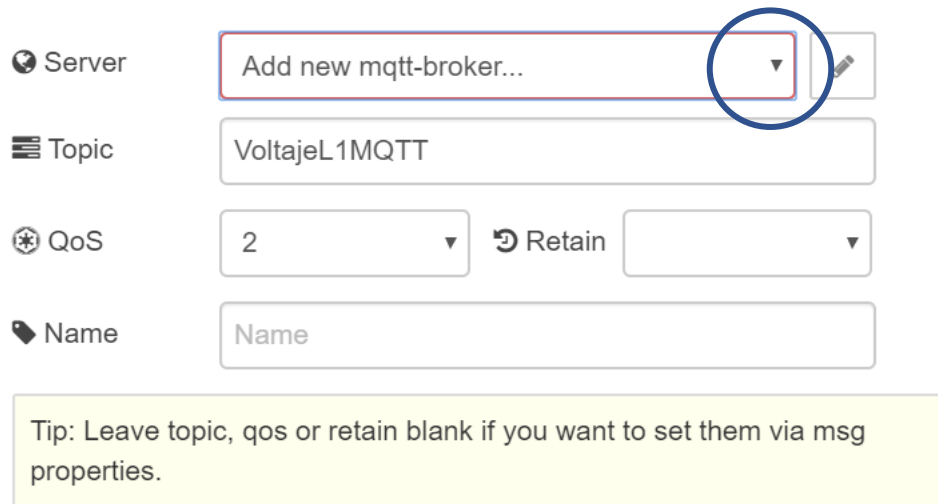


Ilustración 7.29 Nodo MQTT

Para establecer la comunicación con el bróker debemos acceder a este desde la web y obtener los campos que pide el bloque de Node-Red como el servidor, puerto, usuario y contraseña.

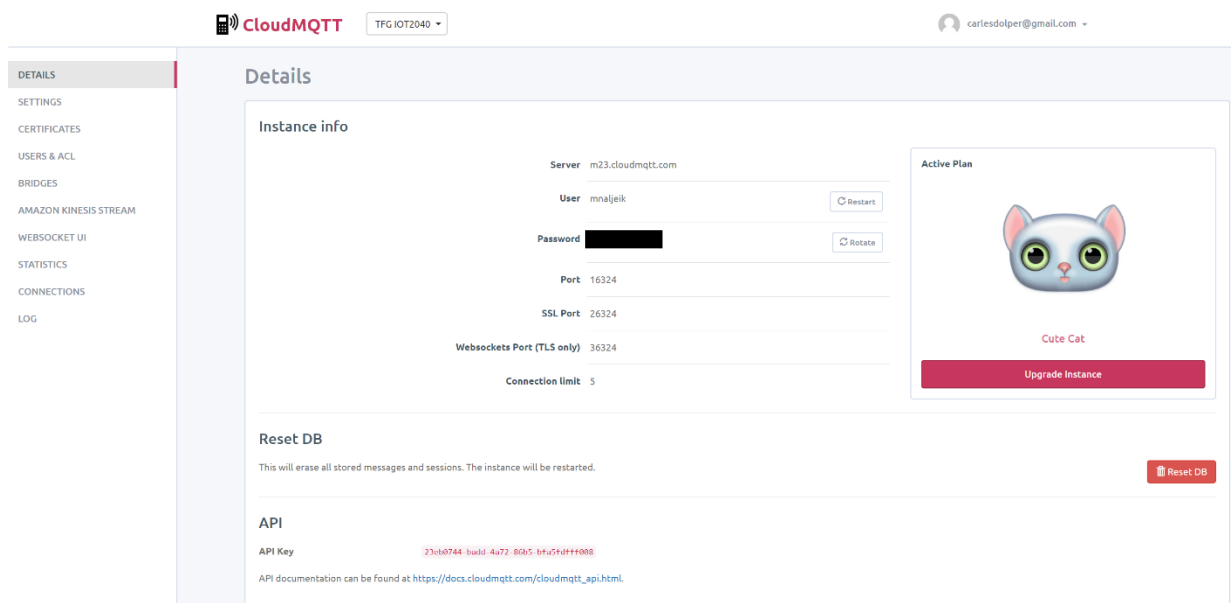





Ilustración 7.30 Portal CloudMQTT


 Name

**Connection** Security Messages

 Server  Port

☐ Enable secure (SSL/TLS) connection

 Client ID

 Keep alive time (s)  ☒ Use clean session

☒ Use legacy MQTT 3.1 support

Ilustración 7.31 Configuración comunicación - Nodo MQTT

 Name

Connection **Security** Messages

 Username

 Password

Ilustración 7.32 Configuración seguridad - Nodo MQTT

En este punto ya estaría configurada la comunicación con el bróker MQTT, solo haría falta probar su comunicación. Por lo tanto, se debe configurar en el bloque insertado el Topic sobre el que se quiere enviar el mensaje.

Server: m23.cloudmqtt.com:16324  
 Topic: VoltajeL1MQTT  
 QoS: 2 Retain:   
 Name: Name

Tip: Leave topic, qos or retain blank if you want to set them via msg properties.

Ilustración 7.33 Nodo MQTT correctamente configurado

Como se puede comprobar en la siguiente imagen se ha usado un bloque inject que cada vez que se pulse envía al bloque VoltajeL1MQTT el valor 480. También se aprecia como marca “Connected” bajo el bloque del MQTT.



Ilustración 7.34 Prueba conexión nodo MQTT

Este es el resultado tras enviar un par de pulsos, monitorizado desde el Websocket del servidor MQTT que registra todos los mensajes que le llegan, el topic sobre el que se escriben y su valor. Ahora cualquier usuario con acceso al bróker podrá suscribirse al Topic “VoltajeL1MQTT” y cada vez que se inyecte un valor este estará recibéndolo en su plataforma propia.

**Websocket**

Messages are displayed in real-time as they are received by the broker. It's not possible to view historical data.

**Send message**

Topic

Message

Send

**Received messages**

Topic	Message
VoltajeL1MQTT	480
VoltajeL1MQTT	480

Ilustración 7.35 Websocket CloudMQTT

El propósito del proyecto será que el IOT2040 actúe como enlace entre el autómata programable y el bróker MQTT para que así cualquier usuario remoto pueda suscribirse a estas publicaciones e incluso pueda enviar datos y el IOT2040 sea capaz de transmitírselos al autómata programable como por ejemplo una referencia de velocidad para el variador de frecuencia. Permitiendo, por lo tanto, controlar remotamente la velocidad del motor de inducción del puesto.

Como ya se ha comentado, por razones de seguridad no será posible variar el estado de funcionamiento del motor remotamente, solo podrán variarse parámetros que afecten al proceso como pueda ser la velocidad de referencia o rampas de aceleración y deceleración. Podrá visualizarse si está en funcionamiento el motor, pero nunca variarse remotamente este valor.

### 7.6.3 Dashboard

En este apartado se va a describir de forma genérica los pasos a seguir para la configuración de Node-red para mostrar ciertos valores por la pantalla de dashboard y la distribución de las pantallas.

El dashboard de Node-Red se organiza en páginas y asimismo dentro de ellas en grupos, cualquier objeto que se quiera representar debe asociarse primero a una página y dentro de ella a un grupo. A continuación, se muestra la distribución de páginas en el dashboard del proyecto donde se pueden apreciar las páginas de consumos, control del puesto, histórico y alarmas.

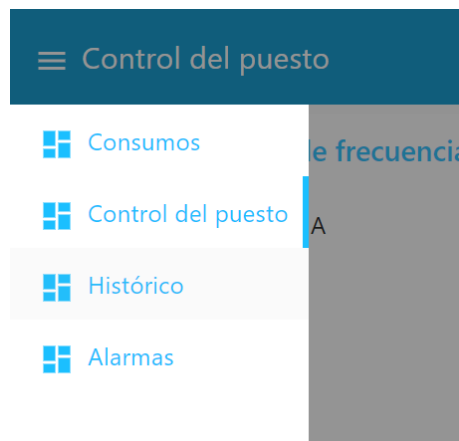


Ilustración 7.36 Menú páginas dashboard

Para crear estas páginas y grupos basta con insertar un nodo text, gauge o chart entre otros muchos y conectarle un valor, aparecerán las siguientes pantallas donde se crearán o se elegirá entre las páginas y grupos creados.

## Monitorización de un puesto de prácticas 4.0

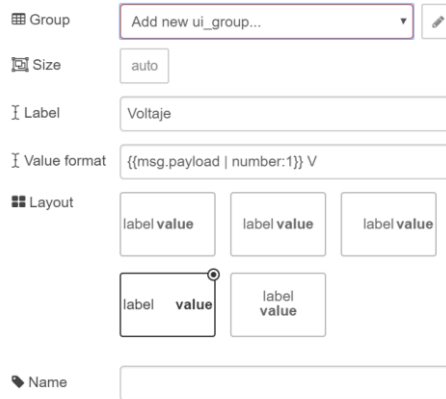


Ilustración 7.37 Configuración nodo dashboard

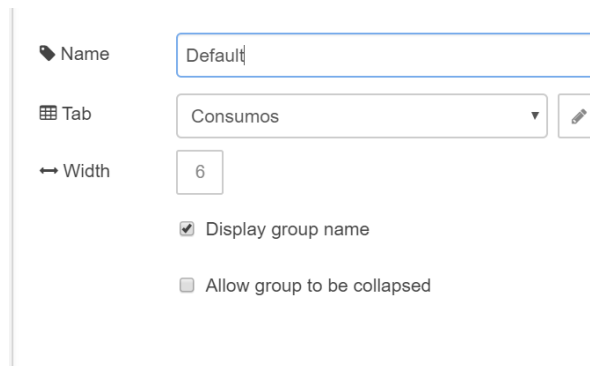


Ilustración 7.38 Creación de Grupos y páginas - Nodo dashboard

A continuación, se muestra el resultado final de las páginas y grupos que conforman el proyecto. Se pueden apreciar las páginas ya mencionadas y los grupos como por ejemplo el de Medidor de energía PAC3200 que agrupa los nodos de voltaje, intensidad, potencia aparente...

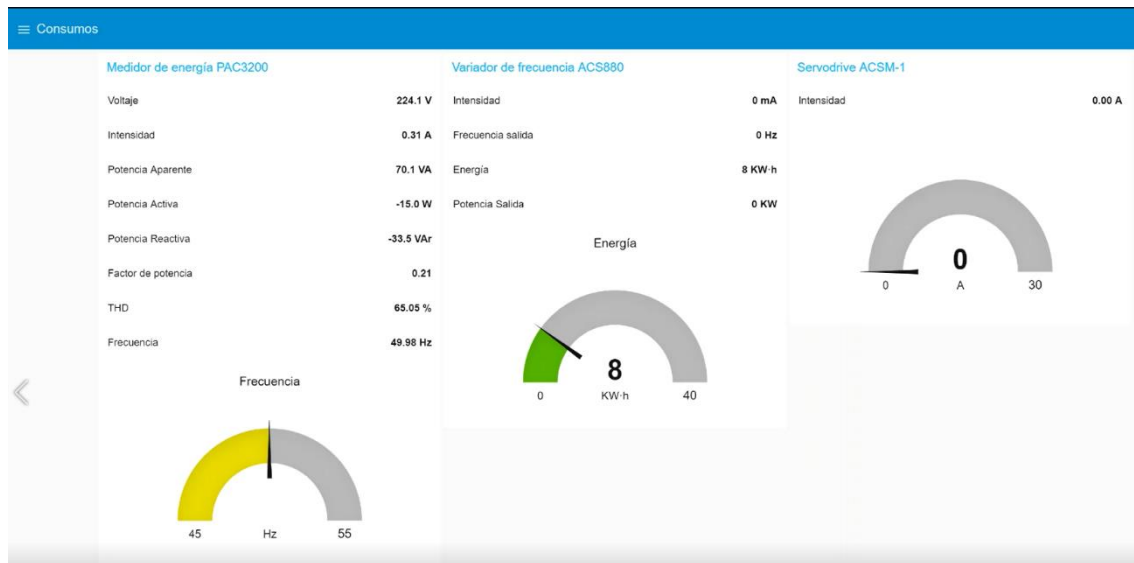


Ilustración 7.39 Página "Consumos" dashboard

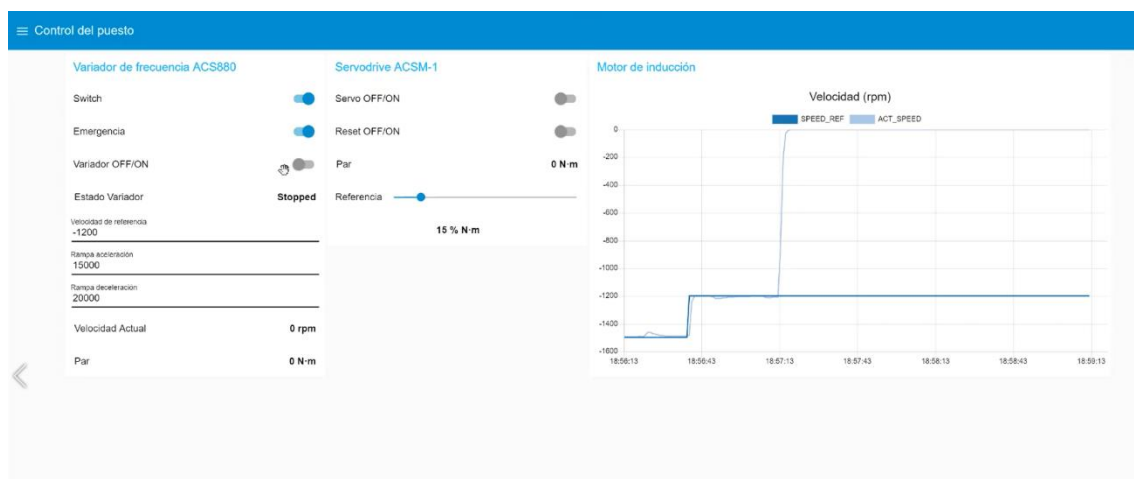


Ilustración 7.40 Página "Control del puesto" dashboard



Ilustración 7.41 Página "Histórico" dashboard



Ilustración 7.42 Página "Alarmas" dashboard

Cabe destacar que como en el caso de las alarmas, Node-Red permite crear propias widgets en código html, lo que permite un sinfín de posibilidades a la hora de crear una visualización concreta.



## 7.7 Node-Red sobre PC remoto

En este apartado se va a hablar sobre la configuración de la plataforma Node-Red en un PC que quiera conectarse remotamente al puesto de prácticas e interactuar con él.

En primer lugar, desde el punto en el que se quiera acceder es necesario tener acceso a internet puesto que se va a conectar la plataforma Node-Red local al bróker MQTT para ser abastecido de estos datos que está enviando y recibiendo el IOT2040 al bróker.

La interfaz esta es mucho más fácil de configurar que la del IOT2040 puesto que no es necesario tratar ningún tipo de dato, debido a que se van a leer datos que el IOT2040 ya ha tratado antes de enviarlos al bróker.

Por lo tanto, si se trata de un dato de únicamente lectura deberá configurarse un nodo MQTT (con la correspondiente configuración de acceso al servidor como se explica en el [apartado anterior](#)) de entrada de datos y mostrarlo mediante un widget de dashboard. En caso de ser un valor de escritura pero que se quiera tener refrescado el dato por si es modificado desde otro punto se añade una entrada y una salida MQTT al widget del dashboard. Como se ha comentado durante este documento, las variables que se modifiquen remotamente no deben poner en entredicho la seguridad del puesto, en este proyecto se permite modificar las rampas de aceleración y deceleración del variador y su consigna de velocidad ACS880 y la consigna de par del servodrive. Nunca se arrancar el motor o el servomotor.

En la siguiente imagen se observa lo comentado en el anterior párrafo:

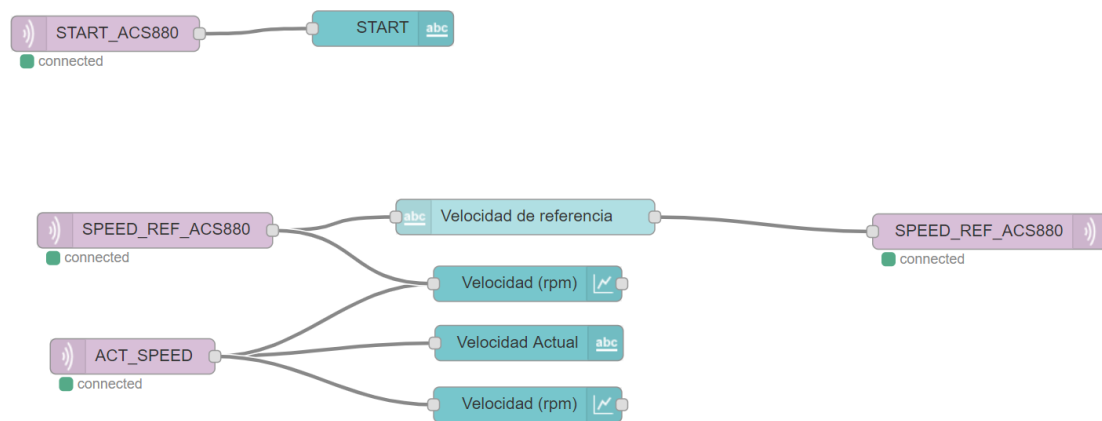


Ilustración 7.43 Flujo de nodos PC Remoto

El dashboard configurado para este caso es idéntico al del IOT2040 con la salvedad de que no permite modificar el estado de motor y servomotor.

## 8 Conclusiones

Las conclusiones tras la realización del presente trabajo de fin de grado y después de todo lo estudiado y aprendido durante el grado especialmente en la mención de accionamientos eléctricos y operación remota son la necesidad constante de ampliar conocimientos en la materia de la automatización ya que se trata de un campo en constante cambio y renovación en cuanto a hardware y software. Con el tiempo van apareciendo nuevos modelos de comunicaciones y/o formas de programación, así como de nuevos dispositivos que mejoran las prestaciones de sus antecesores o aportan nuevas funcionalidades antes no vistas. He ahí el motivo de la necesidad constante de renovación en este sector.

Pese a la importancia de la estandarización de los productos, la tendencia actual del mercado es la de que cada marca cree su propia plataforma facilitando la interacción de diferentes productos de la misma marca bajo esa plataforma. Por lo tanto, es necesario el conocimiento de diferentes plataformas y la comunicación entre dispositivos no pertenecientes a la misma plataforma para poder ser competitivo ya que cada proyecto lleva consigo unas restricciones que no siempre permitirán la elección propia de los dispositivos a usar, si no que condiciones como la económica pueden ser más decisivas.

La aparición del *Internet of Things* genera un cambio enorme en cuanto a las comunicaciones ya que permite conectar dispositivos a remotamente con la única necesidad de tener conexión a internet y sin tener que tener cables de por medio que los conecten. El cambio más importante es posiblemente la comunicación más rápida a través de la nube con los ERP, sistemas MES y aplicaciones como la analítica avanzada, machine learning o mantenimiento predictivo que están llamados a revolucionar la industria.

El IOT2040 es capaz de acercar a las industrias al concepto de la Industria 4.0, además ofreciendo un bajo coste que también tiene que ver con que no es necesaria la adquisición de ninguna licencia puesto que posee software libre. Estas licencias suelen ser más costosas que el propio hardware.

La aplicación durante el proyecto de diversos protocolos de comunicación sea para la comunicación de campo como ha podido ser con el medidor de energía o el variador de frecuencia o para comunicar con la nube han permitido consolidar los conocimientos necesarios debido a que en algunos casos eran usados por primera vez y han requerido una importante labor de investigación y documentación para entender el funcionamiento y como poder aplicarlo lo aprendido sobre el proyecto.

También ha servido para poder conocer una gran variedad de plataformas y servicios que en algunos casos han sido aplicados en el proyecto y en otros casos han sido

desechados por no tener sentido aplicarlos, pero no quita que en un futuro pueda llegar a ser interesante conocerlos debido a que sí que encajen en otro tipo de proyecto.

Estas plataformas y servicios enfocados sobretodo en el *Internet of things* cada vez van a ir aumentando con el desarrollo técnico y la estandarización del uso de esta tecnología, no obstante, hoy en día ya no solo proveedores tecnológicos como podrían ser Google o IBM sino que se puede encontrar en la web muchísimos pequeños proveedores que ofrecen una gran cantidad de servicios para esta tecnología



# *PLIEGO DE CONDICIONES*



## ÍNDICE

---

<b>Introducción .....</b>	<b>87</b>
<b>Condiciones generales .....</b>	<b>88</b>
Objetivo del pliego de condiciones .....	88
Normativa vigente .....	89
<b>Condiciones a satisfacer por los componentes.....</b>	<b>91</b>
Cableado eléctrico y conductores .....	91
<b>Pruebas de funcionamiento .....</b>	<b>92</b>
Revisión visual y de continuidad .....	92
Pruebas de tensión .....	92
Prueba final.....	92
<b>Control de calidad .....</b>	<b>93</b>
<b>Condiciones de ejecución .....</b>	<b>94</b>
<b>Compra del material.....</b>	<b>95</b>
<b>Condiciones facultativas .....</b>	<b>96</b>





## 1 Introducción

Se entiende por pliego de condiciones el documento contractual del proyecto, que fija las relaciones entre propiedad y el contratante. Este documento recoge todas las exigencias técnicas, económicas y legales que han de tenerse en cuenta en la ejecución y puesta en marcha del proyecto. La división más clásica del pliego de condiciones es: condiciones generales y condiciones particulares. En las condiciones generales será suficiente con hacer referencia a ellas, por el contrario, en las particulares deben quedar definidas por:

- Descripción del objeto proyectado.
- Leyes, normas y dispositivos.
- Condiciones de los materiales.
- Especificaciones de las instalaciones.
- Prescripciones de ejecución.
- Dirección de obra.
- Recepción de obra.

## 2 Condiciones generales

### 2.1 Objetivo del pliego de condiciones

El objetivo de este documento viene a definir los requerimientos y reglas relacionadas, económicas, legales, potestativas y técnicas del proyecto. Este documento se ajustará en los aspectos técnicos que abarcan el presente proyecto. Se efectuará una descripción de los procesos constructivos y productos manejados.

Este documento abarca cuatro tipos básicos de condiciones:

- Condiciones técnicas: hacen referencia a los trabajos que hay que realizar, las características y calidad de los materiales, cuidados especiales y detalles concretos a tener presente durante la ejecución, y a los controles y ensayos de calidad preceptivos.
- Condiciones facultativas: hacen referencia a los derechos y obligaciones de las partes y sus representantes en el momento de ejecutar el proyecto.
- Condiciones económicas: hacen referencia a las garantías, la formación de precios, las formas de abono y las indemnizaciones por incumplimiento.
- Condiciones legales: hacen referencia al perfil de contratista, la forma de adjudicación, el tipo de contrato, la obligatoriedad de suscripción de seguros de responsabilidad civil y otros asuntos relacionados.

Con todas estas condiciones dicho documento realizara una descripción detallada de la normativa legal a la que está sujeta el proyecto y la seguridad y calidad tanto del proceso de montaje como de la ejecución del mismo.

En el caso de que, durante la instalación, montaje, puesta a punto o utilización del sistema apareciera algún contratiempo que no esté reflejado en el documento, es imprescindible que se consulte con el proyectista para la solución de este problema.

Debido a que este es un proyecto educacional con el objetivo de la obtención del título de ingeniero técnico por parte del proyectista muchos de los siguientes apartados no tienen sentido ya que se ha construido un prototipo y la fabricación del mismo no se llevara a cabo, pero para la redacción del documento se supone y se explica que normas se deberían cumplir en el caso de que eso ocurriese.

## 2.2 Normativa vigente

El sistema de control del presente proyecto está directamente conectado a la red de corriente alterna (230v, 50Hz), por ese motivo todos sus elementos, componentes y aparatos se rigen según las normas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RBT) y sus Instrucciones Complementarias. Además, se deben tener en cuenta las normas UNE y DIN.

Estas normas son las siguientes:

- ITC-BT-18: instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT-19: instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- ITC-BT-20: instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ITC-BT-22: instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobrecargas.
- ITC-BT-23: instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24: instalaciones interiores o receptoras. Protección contra contactos directos e indirectos.
- ITC-BT-51: instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad.
- ITC-BT-43: instalación de receptores. Prescripciones generales.
- ITC-BT-47: instalación de receptores. Motores.
- UNE 20 514 1M: reglas de seguridad para aparatos electrónicos y aparatos con ellos relacionados de uso doméstico o uno general análogo conectado a una red de energía.
- ITC-BT-01: Terminología.
- ITC-BT-19: Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- ITC-BT-20: Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ITC-BT-22: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobrecargas. ITC-BT-23: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra contactos directos e indirectos.
- ITC-BT-51: Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.
- ITC-BT-43: Instalación de receptores. Prescripciones generales.
- ITC-BT-47: Instalación de receptores. Motores.

También se ha tenido en cuenta la normativa sobre Seguridad Industrial expuesta por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Así como la Directiva 2006/42/CE del parlamento europeo y del consejo sobre máquinas y la normativa para la seguridad de maquinaria EN418.

Debido al carácter educacional de este proyecto no se tendrán en cuenta las medidas de seguridad que se especifican en la norma de operación remota sobre máquinas.

### 3 Condiciones a satisfacer por los componentes

#### 3.1 Cableado eléctrico y conductores

Para evitar riesgos innecesarios, del tipo sobrecargas, cortocircuitos, daños físicos al usuario y deterioros del sistema, se van a utilizar todos los conductores aislados mediante un material aislante PVC o goma. El cableado utilizado será de cobre de 1,5mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC.

Para conductores de transmisión de datos se utilizarán cables trenzados apantallados de 300 V y 105 °C. La longitud de los cables dependerá de la distancia de los puntos a cablear.

Además, todos los elementos utilizados y a los que se hace referencia en este apartado deben cumplir el RD 2267/2004: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, por el que los cables deberán ser no propagadores de incendio y con baja emisión de humo y opacidad reducida.

## 4 Pruebas de funcionamiento

Antes de conectar a la red el proceso se realizarán unos ensayos para verificar que todo está colocado y conectado correctamente. A continuación, se van a explicar estos ensayos.

Todas estas pruebas se deben hacer teniendo en cuenta la normativa expuesta en el RBT en la ITC-BT-05: verificaciones e inspecciones.

### 4.1 Revisión visual y de continuidad

Esta revisión consiste en verificar que todos los componentes, elementos y sensores están bien conectados y sus conexiones y cableado está bien sujeto y en su sitio correspondiente.

### 4.2 Pruebas de tensión

Estas pruebas consisten en conectar el proceso a la red de alimentación y comprobar que los dispositivos de seguridad funcionan correctamente.

Una vez comprobados los elementos de seguridad comprobaremos que el resto de componentes están en funcionamiento y realizan su función correctamente.

### 4.3 Prueba final

Se regularán los parámetros del servodriver y variador de frecuencia de forma que queden configurados para el tipo de control que se quiera realizar, y se comprobará que el funcionamiento de la aplicación es la correcta. En la última aplicación, que entran en escena el autómata programable y la pasarela IOT2040, se verificará el correcto funcionamiento de los programas, tanto de uno como de otro. En el caso de que funcione perfectamente, las pruebas de ensayo se darán por concluidas y con ello el proceso de montaje y puesta a punto. La CPU del autómata programable deberá ir directamente alimentada a la red eléctrica de 230 V/50 Hz. Todas las partes metálicas accesibles deben quedar conectadas a tierra, estableciéndose así una protección contra los contactos indirectos.

## 5 Control de calidad

Los dispositivos empleados en el diseño del proyecto son fabricados en serie y comprobados por el fabricante antes de su venta a los comercios. Por este motivo la verificación o control de calidad a nivel de los dispositivos esta fuera de la competencia del contratista y programador del dispositivo.

Antes de instalar cualquiera de los dispositivos utilizados en el proyecto, habrá que comprobar que no presentan daños visibles, en caso contrario se podría originar daños o mal funcionamiento del puesto de prácticas.

Cabe destacar que se deben verificar todos aquellos componentes críticos que, en caso de colocarse defectuosos, pueden provocar graves daños en el resto de los dispositivos.

Una vez montados todos los dispositivos del sistema se verificará que no existe contacto alguno entre ellos, y que existirá la distancia suficiente entre los mismos.

## 6 Condiciones de ejecución

Para el montaje del prototipo objeto de este proyecto la ejecución constará en asegurarse de que se dispone de los elementos, materiales y herramientas necesarios y siempre que cumplan con los ensayos y verificaciones de los apartados anteriores montarlos en el sistema.

Si se deseara realizar el prototipo descrito en este proyecto en serie se debería revisar el proceso de ejecución y montaje del mismo para mejorar la calidad y la productividad del mismo.



## 7 Compra del material

Todos los materiales usados en este proyecto han sido cedidos por la Universitat Politècnica de València para la realización del mismo.

## 8 Condiciones facultativas

El objetivo de este proyecto es la monitorización de un puesto de prácticas mediante el uso de un autómatas programable y de una pasarela permita la conexión y el envío de estos datos monitorizados a través de internet.

El puesto de prácticas ya se encontraba montado, pero se han tenido que añadir elementos a este como pueden ser los ya mencionados autómatas programable y la pasarela, además se han añadido un medidor de energía con su correspondiente transformador de intensidad para la medida y un switch para configurar la red de datos.

# *PRESUPUESTO*



## ÍNDICE

---

<b>Introducción .....</b>	<b>101</b>
<b>Coste de los materiales .....</b>	<b>102</b>
Elementos de control .....	102
Software de programación .....	102
Coste de mano de obra .....	103
<b>Coste total .....</b>	<b>104</b>



## 1 Introducción

El objetivo de este documento consiste en la valoración del total de los costes involucrados en la fabricación del producto proyectado para dar una idea lo más aproximada posible del importe de su realización.

Por lo tanto, este documento mostrara un análisis económico del proyecto, teniendo en cuenta el coste de los materiales utilizados y el de la mano de obra necesarios para el montaje, diseño y programación del mismo.

Además, se tendrán en cuenta los costes de amortización y de mantenimiento del proceso.

La suma de todos estos costes será la inversión para la realización del proyecto, de estos costes dependerá que dicho proyecto sea o no viable.

Este proyecto es un proyecto final de carrera y su finalidad es educativa, por lo tanto, no está pensado para ser fabricado en una empresa. Por lo tanto, no se tendrán en cuenta los costes de dicha empresa.

En los siguientes apartados se mostrarán los precios de los diferentes componentes y elementos que componen el sistema, para esos costes se han tomado los precios de venta al público de dichos elementos.

## 2 Coste de los materiales

En este apartado se descompone cada una de las unidades constructivas por las que está compuesto el presente proyecto, con su correspondiente precio.

### 2.1 Elementos de control

En este apartado se detallan los costes producidos por la adquisición de los diferentes elementos de control que componen el proyecto:

Elemento	Cantidad	Precio	Total
<b>Autómata programable S7-1215C AC/DC/RLY</b>	1	325€	325€
<b>IOT2040</b>	1	156€	156€
<b>Medidor de energía SETRON PAC 3200</b>	1	683€	683€
<b>Switch TP-Link</b>	1	98€	98€
<b>Cables RJ45</b>	1	6€	6€

### 2.2 Software de programación

En este apartado se muestran los costes de la adquisición de las licencias de los programas utilizados para la programación del proceso de control.

Para el cálculo de costes de los softwares de programación, se debe tener en cuenta su precio anual y el tiempo de uso del software, calculándose de la siguiente forma:

$$\text{Precio} = \frac{\text{Precio Anual} * \text{Horas dedicadas al proyecto}}{\text{Horas del año (1650)}}$$



Elemento	Cantidad	Precio	Total
<b>Licencia TIA Portal V15.1</b>	100 horas	1.200€/año	72,72€
<b>Licencia Microsoft Office</b>	50 horas	70€/año	2,12€

### 2.3 Coste de mano de obra

En este apartado se van a calcular los costes totales debidos a la mano de obra necesarios para realizar el control del proceso de este proyecto. Para ello se expondrán los tiempos que se deben dedicar a las diferentes tareas.

El precio de la mano de obra se ha calculado suponiendo que el encargado de realizar todo el trabajo es el autor de este proyecto que una vez aprobado dicho proyecto será Ingeniero eléctrico. Para ello, acogiéndose al convenio de empresa, se deben de tener en cuenta tanto el salario del empleado como la seguridad social y las posibles primas.

En la siguiente tabla se muestra los costes de cada una de las tareas necesarias para la realización del proyecto:

Tarea	Horas	Precio/hora	Importe (€)
<b>Estudio previo</b>	40	15€	600€
<b>Programación del autómata programable</b>	100	20€	2.000€
<b>Programación Node-Red</b>	90	20€	1.800€
<b>Ensayos pruebas de funcionamiento y verificaciones</b>	60	15€	900€
<b>Redacción del proyecto</b>	50	15€	750€
<b>Total</b>	6.050€		

## 2.4 Gastos generales

En cuanto a gastos generales ocasionados por el uso de agua, luz y limpieza en el puesto de trabajo se ha destinado un 6% del coste total del proyecto.

## 3 Coste total

El precio global del proyecto se obtiene sumando el precio de las unidades constructivas mencionadas anteriormente y el beneficio industrial.

Unidad	Coste
<b>Elementos de control</b>	1.268€
<b>Software de programación</b>	74,84€
<b>Mano de obra</b>	6.050 €
<b>Total</b>	7.392,84€
<b>Total + Gastos generales</b>	7.836,41€

Por otro lado, bien es sabido que la finalidad de cualquier empresa es conseguir un beneficio de su trabajo. Este margen de beneficio es arbitrario y depende de muchos factores y en muchas ocasiones está determinado por el mercado, por la competencia, por la demanda o por otros factores.

Por estos motivos cada empresa debe calcular este margen en función de todos esos factores. Este margen se representa como un porcentaje del coste de fabricación.

En este caso tomaremos como porcentaje de beneficio un 20%. Por lo que tenemos:

Unidad	Coste
<b>Coste total</b>	7.836,41€
<b>Beneficio industrial</b>	1.567,28€
<b>Total</b>	9403,69€



# *ANEXOS*



## ÍNDICE

---

<b><i>Puesta en marcha del IOT2040.....</i></b>	<b><i>113</i></b>
<b><i>Activación node-Red en IOT2040 .....</i></b>	<b><i>119</i></b>
<b><i>Flujo exportado del IOT2040.....</i></b>	<b><i>123</i></b>
<b><i>Comunicación Modbus TCP/IP con IOT2040 .....</i></b>	<b><i>145</i></b>
<b><i>Programación Autómata Programable Tia Portal V15.1.....</i></b>	<b><i>149</i></b>





# *PUESTA EN MARCHA DEL IOT2040*



## 1 Puesta en marcha del IOT2040

En este apartado, se detallará la secuencia de pasos a seguir para realizar la puesta en marcha del IOT2040. Se empezará con la descarga del sistema operativo basado en Linux que será grabado en una tarjeta MicroSD, la cual se introducirá en la ranura del dispositivo. Una vez instalado el sistema operativo y alimentado el dispositivo, se realizarán las primeras configuraciones básicas a través de la herramienta Putty.

En primer lugar, se debe obtener la imagen para instalar el sistema operativo en el dispositivo. Esta imagen se puede obtener fácilmente a través del foro de Siemens (<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109741799/simatic-iot2000-sd-card-example-image?dti=0&lc=en-WW>) tras previo registro en este.

Seguidamente, se deberá descargar e instalar la herramienta DiskImager en el PC, que permitirá grabar la imagen del sistema operativo Linux Yocto en la tarjeta de memoria MicroSD (<https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>).

El archivo descargado con la imagen del sistema operativo deberá ser descomprimido, dejando una archivo .wic, una vez descomprimido, se selecciona la unidad en la que se ubica la tarjeta de memoria y se selecciona "Write" para grabar la imagen. La tarjeta debe estar completamente formateada en caso de haber tenido usos previos.

Al finalizar el proceso debe comprobarse que se han creado 3 particiones en la MicroSD.

El siguiente paso será introducir la tarjeta en la ranura del IOT2040 y tras ser alimentado el dispositivo a través del puerto X80, conforme el led SD deje de parpadear y se mantenga apagado, significará que el sistema ya se ha redimensionado y está listo para ser usado.

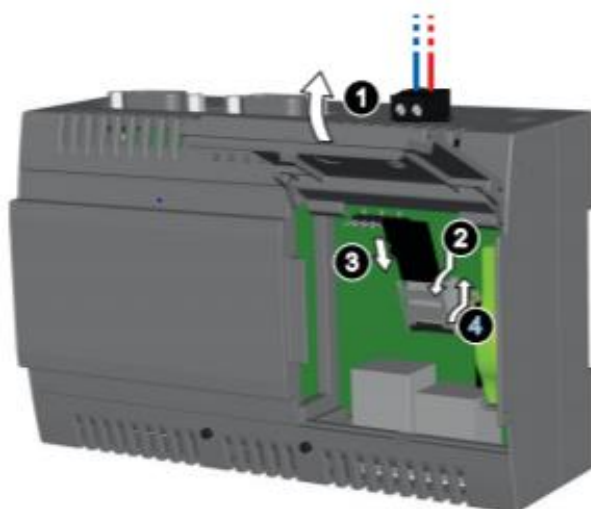


Ilustración 1.1 Inserción tarjeta SD IOT2040 (Imagen extraída de [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/658/109741658/att\\_899623/v1/iot2000\\_operating\\_instructions\\_e\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/658/109741658/att_899623/v1/iot2000_operating_instructions_e_en-US.pdf))

Una vez ya este el equipo en funcionamiento, para poder acceder a él es necesario el uso de la herramienta Putty, la cual se puede descargar gratuitamente en el siguiente enlace: <https://www.putty.org/>

Para acceder por primera vez al dispositivo, este tiene configurado el puerto ethernet X1 con la dirección IP asignada 192.168.200.1, por lo tanto, para poder acceder a el dispositivo se debe configurar la IP del PC en la misma red que el IOT2040 desde panel de control. Se debe establecer una IP entre 192.168.200.2 y 192.168.200.254, la máscara de subred debe ser 255.255.255.0.

Ya se podría realizar la conexión a través de Putty insertando la dirección IP puerto X1 del IOT2040 en el apartado "Host Name" y seleccionando un tipo de conexión SSH.

Por defecto, al iniciar la conexión pide una contraseña la cual es "root", esta contraseña puede cambiar mediante el comando "passwd".

El siguiente paso es configurar la dirección IP y activar la segunda entrada RJ45 para que esté operativa. Este paso puede realizarse de dos formas, introduciendo comandos por pantalla o mediante la instrucción "iot2000setup" que es una pequeña interfaz para configurar ciertos parámetros del dispositivo. Ambas formas son válidas, aquí se va a explicar el segundo método porque se considera más rápido y visual.

Introduciendo el comando "iot2000setup" aparecerá un menú mediante el cual accediendo "Networking" y posteriormente a "Configure Interfaces" aparecerá la siguiente ventana donde introduciremos los valores IP para cada tarjeta de red.

El puerto X1 (eth0) se va a configurar con la IP proporcionada por el departamento de redes de la UPV para poder tener acceso a la red e internet siendo la 158.22.22.10 y el puerto X2 (eth1) se ha configurado con la dirección 192.168.0.100 para poder acceder por ella desde el PC o cualquier dispositivo con comunicaciones a través de puerto RJ45.

Para poder obtener la dirección MAC de las tarjetas de red y poder ser registrada dentro de la UPV se debe introducir el comando "ifconfig" donde aparecerá la dirección IP asignada y su dirección MAC entre otras cosas.

Para comprobar si el IOT2040 tiene conexión a internet, puede hacerse un ping a [www.google.es](http://www.google.es) o cualquier otra dirección web desde la interfaz de Putty.



# *ACTIVACIÓN NODE- RED EN IOT2040*





## 2 Activación Node-Red en IOT2040

Para iniciar Node-Red se debe introducir el comando `"node /usr/lib/node_modules/node-red/red & "`, también desde la interfaz `iot2000setup` se puede configurar el arranque automático tras encender el dispositivo.

Una vez ya activado Node-Red, buscando en cualquier explorador la dirección IP asignada a cualquiera de las dos tarjetas de red del dispositivo (158.22.22.10 o 192.168.0.100 si está conectado al ordenador) nos llevará a la interfaz de Node-Red donde podremos modificar los flujos de nodos o acceder directamente al dashboard del equipo en caso de estar este último configurado.



# *FLUJO EXPORTADO DEL IOT2040*



### 3 Flujo exportado del IOT2040

A continuación se añade el flujo programado en Node-Red, estas líneas deben de ser importadas como un único bloque para ser cargado el programa en la plataforma:

```
[{"id":"304c7366.392ccc","type":"tab","label":"PAC3200"},{"id":"9829c359.54d0e","type":"tab","label":"S7-1200"},{"id":"90326e18.8036","type":"tab","label":"ACS880"},{"id":"317c18af.12e3e8","type":"tab","label":"ACSM-1"},{"id":"cdddb78b.be6008","type":"tab","label":"Puesto 11"},{"id":"f4a948cf.ad02c8","type":"ui_base","theme":{"name":"theme-light","lightTheme":{"default":"#0094CE","baseColor":"#0094CE","baseFont":"Helvetica Neue","edited":true,"reset":false},"darkTheme":{"default":"#097479","baseColor":"#097479","baseFont":"Helvetica Neue","edited":true,"reset":false},"customTheme":{"name":"Untitled Theme 1","default":"#4B7930","baseColor":"#4B7930","baseFont":"Helvetica Neue"},"themeState":{"base-color":{"default":"#0094CE","value":"#0094CE","edited":false},"page-titlebar-backgroundColor":{"value":"#0094CE","edited":false},"page-backgroundColor":{"value":"#fafafa","edited":false},"page-sidebar-backgroundColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"group-textColor":{"value":"#1bbfff","edited":false},"group-borderColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"group-backgroundColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"widget-textColor":{"value":"#111111","edited":false},"widget-backgroundColor":{"value":"#0094ce","edited":false},"widget-borderColor":{"value":"#ffffff","edited":false}}},"site":{"name":"Node-RED Dashboard","hideToolbar":"false","allowSwipe":"false","dateFormat":"DD/MM/YYYY","sizes":{"sx":48,"sy":48,"gx":6,"gy":6,"cx":6,"cy":6,"px":0,"py":0}}},"id":"98fa25bb.cdf048","type":"ui_group","z":"","name":"LAB","tab":"","disp":true,"width":10},"id":"56f7a8e2.9eb438","type":"modbus-client","z":"","name":"TCP-Analizador","clienttype":"tcp","bufferCommands":true,"stateLogEnabled":false,"tcpHost":"192.168.0.111","tcpPort":502,"tcpType":"DEFAULT","serialPort":"/dev/ttyUSB","serialType":"RTU-BUFFERD","serialBaudrate":9600,"serialDatabits":8,"serialStopbits":1,"serialParity":"none","serialConnectionDelay":100,"unit_id":1,"commandDelay":1,"clientTimeout":1000,"reconnectTimeout":2000},"id":"e1e84670.759588","type":"mqtt-broker","z":"","broker":"m23.cloudmqtt.com","port":16324,"clientId":"","usetls":false,"compatmode":true,"keepalive":60,"cleansession":true,"willTopic":"","willQos":0,"willPayload":"","birthTopic":"","birthQos":0,"birthPayload":"","id":"f8d0e9ba.9c7d88","type":"mqtt-broker","z":"","broker":"io.adafruit.com","port":1883,"clientId":"CarlesDolz","usetls"
```

```
:false,"compatmode":true,"keepalive":"60","cleansession":true,"willTopic":"","willQos":
"0","willPayload":"","birthTopic":"","birthQos":"0","birthPayload":"","id":"3a81d9c
1.eca826","type":"modbus-client","z":"","name":"TCP-
ACS880","clienttype":"tcp","bufferCommands":true,"stateLogEnabled":false,"tcpHost"
:"192.168.200.4","tcpPort":"502","tcpType":"DEFAULT","serialPort":"/dev/ttyUSB","se
rialType":"RTU-
BUFFERD","serialBaudrate":"9600","serialDatabits":"8","serialStopbits":"1","serialParit
y":"none","serialConnectionDelay":"100","unit_id":"1","commandDelay":"1","clientTi
meout":"1000","reconnectTimeout":"2000",{ "id":"1e09e130.feddf","type":"s7comm
","z":"","ip":"192.168.0.1","port":"102","rack":"0","slot":"1","payload":{"S7_Type":"D
B","S7_DBnum":"6","S7_Datatype":"R","S7_Offset":"0","S7_BitOffset":"0","S7_Quantit
y":"1","S7_Name":"Hola"}},{ "id":"11ecad2e.90e773","type":"ui_group","z":"","name":
"ACS880","tab":"","order":1,"disp":true,"width":"6",{ "id":"d8f8da2c.09f258","type":"
ui_base","theme":{"name":"theme-
light","lightTheme":{"default":"#0094CE","baseColor":"#0094CE","baseFont":"-apple-
system,BlinkMacSystemFont,Segoe UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica
Neue,sans-
serif","edited":true,"reset":false},"darkTheme":{"default":"#097479","baseColor":"#09
7479","baseFont":"-apple-system,BlinkMacSystemFont,Segoe UI,Roboto,Oxygen-
Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica
Neue,sans-
serif","edited":true,"reset":false},"customTheme":{"name":"Untitled
Theme
1","default":"#4B7930","baseColor":"#4B7930","baseFont":"-apple-
system,BlinkMacSystemFont,Segoe UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica
Neue,sans-serif","reset":false},"themeState":{"base-
color":{"default":"#0094CE","value":"#0094CE","edited":false},"page-titlebar-
backgroundColor":{"value":"#0094CE","edited":false},"page-
backgroundColor":{"value":"#fafafa","edited":false},"page-sidebar-
backgroundColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"group-
textColor":{"value":"#1bbfff","edited":false},"group-
borderColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"group-
backgroundColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"widget-
textColor":{"value":"#111111","edited":false},"widget-
backgroundColor":{"value":"#0094ce","edited":false},"widget-
borderColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"base-font":{"value":"-apple-
system,BlinkMacSystemFont,Segoe UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica
Neue,sans-
serif"}}, "angularTheme":{"primary":"indigo","accents":"blue","warn":"red","backgroun
d":"grey"},"site":{"name":"Puesto 11 Laboratorio Máquinas
eléctricas","hideToolBar":"false","allowSwipe":"false","allowTempTheme":"true","dat
eFormat":"DD/MM/YYYY","sizes":{"sx":48,"sy":48,"gx":6,"gy":6,"cx":6,"cy":6,"px":0,"p
y":0}},{ "id":"224983f5.a84cfc","type":"ui_tab","z":"","name":"Histórico","icon":"dash
board","order":3},{ "id":"a9dc9e1.4f3d06","type":"ui_group","z":"","name":"Gauges","
```

```

tab":{"224983f5.a84cfc","order":3,"disp":true,"width":"6"},{"id":"1e861e6d.85fa02","ty
pe":"ui_group","z":"","name":"Estado
PLC","tab":"","order":2,"disp":true,"width":"6"},{"id":"24b97b64.0d8f14","type":"ui_gr
oup","z":"","name":"Eléments
d'entrée","tab":"","order":1,"disp":true,"width":"8"},{"id":"851d82d9.cc777","type":"u
i_group","z":"","name":"Formulaire","tab":"","order":2,"disp":true,"width":"8"},{"id":"
1e66a580.65b1bb","type":"ui_group","z":"","name":"Mesures","tab":"","order":1,"dis
p":true,"width":"6"},{"id":"79f23fc5.98b97","type":"ui_group","z":"","name":"Graphiq
ues","tab":"","order":2,"disp":true,"width":"6"},{"id":"30f93410.0eb2bc","type":"ui_gr
oup","z":"","name":"Cambio
página","tab":"","order":1,"disp":true,"width":"5"},{"id":"b9ec8e30.c8b46","type":"ui_
group","z":"","name":"Cambio
página","tab":"","order":1,"disp":true,"width":"6"},{"id":"b36d90e3.eebf7","type":"s7
endpoint","z":"","address":"192.168.0.1","port":"102","rack":"0","slot":"1","localtsaph
i":"01","localtsaplo":"00","remotetsaphi":"01","remotetsaplo":"00","connmode":"rack
-
slot","cycletime":"1000","timeout":"2000","verbose":"default","name":"","variable":[{"
"addr":"DB3,X0.0","name":"SWITCH_ON_ACS880"},{"addr":"DB3,X0.1","name":"STAR
T_ACS880"},{"addr":"DB3,X0.2","name":"EMCY_STOP"},{"addr":"DB3,INT2","name":"S
PEED_REF"},{"addr":"DB3,X8.0","name":"STOPPED"},{"addr":"DB3,X8.1","name":"RUN
NING"},{"addr":"DB3,INT10","name":"ACT_SPEED"},{"addr":"DB3,DINT16","name":"AC
ELERACIÓN"},{"addr":"DB3,DINT20","name":"DECELERACIÓN"},{"addr":"DB3,DINT24",
"name":"INTENSIDAD"},{"addr":"DB3,DINT28","name":"PAR"},{"addr":"DB3,DINT32",
"name":"FRECUENCIA"},{"addr":"DB3,DINT36","name":"POTENCIA
SALIDA"},{"addr":"DB3,DINT40","name":"ENERGÍA"},{"addr":"DB21,INT0","name":"Ref
erencia_ACSM-1"},{"addr":"DB21,X2.0","name":"Start_ACSM-
1"},{"addr":"DB21,X2.1","name":"Reset_ACSM-
1"},{"addr":"DB3,X4.2","name":"Error_ACS880"},{"addr":"DB5,REAL418","name":"Volt
aje_PAC3200"},{"addr":"DB5,REAL422","name":"Intensidad_PAC3200"},{"addr":"DB5,
REAL426","name":"PotenciaAparente_PAC3200"},{"addr":"DB5,REAL430","name":"Pot
enciaActiva_PAC3200"},{"addr":"DB5,REAL434","name":"PotenciaReactiva_PAC3200"},
{"addr":"DB5,REAL438","name":"FDP_PAC3200"},{"addr":"DB5,REAL446","name":"Fre
cuencia_PAC3200"},{"addr":"DB5,REAL442","name":"THD_PAC3200"},{"addr":"DB21,R
EAL4","name":"Intensidad_ACSM-1"},{"addr":"MW4","name":"Estado
Variador"},{"addr":"MW6","name":"Estado
Servo"},{"addr":"DB21,REAL8","name":"Par_ACSM-
1"}]},{"id":"8916e6e8.0d0108","type":"ui_group","z":"","name":"Variador
de
frecuencia
ACS880","tab":"8e8eecd1.14948","order":1,"disp":true,"width":"8"},{"id":"db18ce37.a
1777","type":"ui_group","z":"","name":"Cambio
de
página","tab":"","order":1,"disp":true,"width":"5"},{"id":"88c623b6.077e8","type":"ui_
group","z":"","name":"Variador
de
frecuencia

```

```

ACS880","tab":"224983f5.a84cfc","order":4,"disp":true,"width":"12"},{"id":"812e39a6.60cd98","type":"ui_tab","z":"","name":"Alarmas","icon":"dashboard","order":6},{"id":"a877b743.96db48","type":"ui_group","z":"","name":"Estado","tab":"812e39a6.60cd98","disp":true,"width":"27"},{"id":"cabad6a5.b28cc8","type":"ui_group","z":"","name":"Servodrive
ACSMS-1","tab":"8e8eecd1.14948","order":2,"disp":true,"width":"8"},{"id":"66f88644.db5a18","type":"ui_group","z":"","name":"Servodrive
ACSMS-1","tab":"224983f5.a84cfc","order":5,"disp":true,"width":"10"},{"id":"e3323d67.939bd","type":"ui_group","z":"","name":"Medidor de energía PAC3200","tab":"224983f5.a84cfc","order":2,"disp":true,"width":"12"},{"id":"8e8eecd1.14948","type":"ui_tab","z":"","name":"Control del puesto","icon":"dashboard","order":2},{"id":"c34b9d36.b1f2b","type":"ui_group","z":"","name":"Variador de frecuencia ACS880","tab":"9b9937a7.a1a3f8","disp":true,"width":"10"},{"id":"9b9937a7.a1a3f8","type":"ui_tab","z":"","name":"Consumos","icon":"dashboard","order":1},{"id":"f5a62256.7c9f4","type":"ui_group","z":"","name":"Medidor de energía PAC3200","tab":"9b9937a7.a1a3f8","disp":true,"width":"10"},{"id":"f9502bc6.eafcf8","type":"ui_group","z":"","name":"Servodrive ACSMS-1","tab":"9b9937a7.a1a3f8","disp":true,"width":"10"},{"id":"85e8026.6291e","type":"ui_group","z":"","name":"Motor de inducción","tab":"8e8eecd1.14948","order":3,"disp":true,"width":"16"},{"id":"611b02cf.fe62ec","type":"ui_ui_control","z":"304c7366.392ccc","name":"ui control","x":769.0000305175781,"y":55.00002193450928,"wires":[[]]},{"id":"4915d65b.051108","type":"ui_button","z":"304c7366.392ccc","name":"","group":"30f93410.0eb2bc","order":0,"width":0,"height":0,"passthru":false,"label":"A estado PLC","color":"","bgcolor":"orange","icon":"web","payload":"","payloadType":"str","topic":"","x":129.00003051757812,"y":55.00002193450928,"wires":[["12f9e774.5549d9"]]},{"id":"12f9e774.5549d9","type":"function","z":"304c7366.392ccc","name":"Cambio página","func":"var msg = {};\nmsg.payload = {tab:\"S7-1200\"};    // ou/or 1\n\n\nreturn msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":489.0000305175781,"y":55.00002193450928,"wires":[["611b02cf.fe62ec"]]},{"id":"7752807a.8d916","type":"mqtt in","z":"9829c359.54d0e","name":"","topic":"EstadoPLC","qos":"2","broker":"e1e84670.759588","x":126,"y":48,"wires":[["2a2466e5.caf50a"]]},{"id":"2f0c4602.c0b86a","type":"ui_text","z":"9829c359.54d0e","group":"1e861e6d.85fa02","order":0,"width":0,"height":0,"name":"","label":"Estado","format":"{{msg.payload}}","layout":"row-spread","x":598.0000152587891,"y":50.666690826416016,"wires":[[]]},{"id":"2a2466e5.caf50a","type":"function","z":"9829c359.54d0e","name":"Compara dato y devuelve string","func":"// outputs: 1\n//Compara dato numérico msg.payload y devuelve un string\n//                                outputs: 1\nDato=msg.payload;\nRetorno=msg.topic;\n\nif(Dato==\"true\"){\n    return {topic:Retorno, payload:\"Run\"};\n} else {\n    return {topic:Retorno,

```



```

payload:\\"Stop\\";
\\n\\n", "outputs":1, "noerr":0, "x":352.8333282470703, "y":51.00002479553223, "wires":
[["2f0c4602.c0b86a"]]], {"id":"55acdea1.b44cd", "type":"ui_ui_control", "z":"9829c359.5
4d0e", "name":"ui
control", "x":763, "y":105, "wires":[[]]}, {"id":"f5e00914.db3cf8", "type":"ui_button", "z":
"9829c359.54d0e", "name":""," "group":"b9ec8e30.c8b46", "order":0, "width":0, "height":
0, "passthru":false, "label":"A medidor de
energía", "color":""," "bgcolor":""," "icon":""," "payload":""," "payloadType":"str", "topic":""," "
x":143, "y":105, "wires":[["17511f6f.23e061"]]], {"id":"17511f6f.23e061", "type":"functio
n", "z":"9829c359.54d0e", "name":"Cambio página", "func":"var msg = {}; \nmsg.payload
= {tab:\\\"Medidor de energía PAC3200\\\"}; // ou/or 1\\n\\n\\nreturn
msg;"; "outputs":1, "noerr":0, "x":483, "y":105, "wires":[["55acdea1.b44cd"]]], {"id":"5645
9b6a.93b2f4", "type":"s7
in", "z":"90326e18.8036", "endpoint":"b36d90e3.eebf7", "mode":"single", "variable":"SP
EED_REF", "diff":false, "name":""," "x":102.00005722045898, "y":626.0001420974731, "wi
res":[["ab6b0583.2aae48", "777af8f3.d214b8"]]], {"id":"fee0957f.e98328", "type":"s7
out", "z":"90326e18.8036", "endpoint":"b36d90e3.eebf7", "variable":"START_ACS880", "
name":""," "x":594.0001373291016, "y":420.000093460083, "wires":[[]]}, {"id":"748f1bb8.d
ff464", "type":"ui_switch", "z":"90326e18.8036", "name":""," "label":"Variador
OFF/ON", "group":"8916e6e8.0d0108", "order":3, "width":0, "height":0, "passthru":true, "
decouple":"false", "topic":""," "style":""," "onvalue":"true", "onvalueType":"bool", "onicon"
:""", "oncolor":""," "offvalue":"false", "offvalueType":"bool", "officon":""," "offcolor":""," "x":3
15.00006103515625, "y":420.66679668426514, "wires":[["fee0957f.e98328"]]], {"id":"7
a5123e1.037eec", "type":"s7
out", "z":"90326e18.8036", "endpoint":"b36d90e3.eebf7", "variable":"SPEED_REF", "na
me":""," "x":1211.8334922790527, "y":566.0001392364502, "wires":[[]]}, {"id":"777af8f3.d
214b8", "type":"ui_text_input", "z":"90326e18.8036", "name":""," "label":"Velocidad de
referencia", "group":"8916e6e8.0d0108", "order":5, "width":0, "height":0, "passthru":tru
e, "mode":"text", "delay":1000, "topic":""," "x":319.00018310546875, "y":538.66684436
7981, "wires":[["d0a6aba1.37aaa8"]]], {"id":"c4eeceb93.c53d48", "type":"s7
in", "z":"90326e18.8036", "endpoint":"b36d90e3.eebf7", "mode":"single", "variable":"AC
T_SPEED", "diff":false, "name":""," "x":99.83343505859375, "y":697.000186920166, "wire
s":[["ab6b0583.2aae48", "c11961d5.5a28b", "1954fd32.3219a3", "f904dca.d5bf62"]]], {"i
d":"d7d344c8.b68958", "type":"ui_ui_control", "z":"90326e18.8036", "name":"ui
control", "x":782, "y":53, "wires":[[]]}, {"id":"c312a3f.0d2866", "type":"ui_button", "z":"90
326e18.8036", "name":""," "group":"db18ce37.a1777", "order":0, "width":0, "height":0, "p
assthru":false, "label":"A medidor de
energía", "color":""," "bgcolor":""," "icon":""," "payload":""," "payloadType":"str", "topic":""," "
x":162, "y":53, "wires":[["27a3a5f9.5baa4a"]]], {"id":"27a3a5f9.5baa4a", "type":"functio
n", "z":"90326e18.8036", "name":"Cambio página", "func":"var msg = {}; \nmsg.payload =
{tab:\\\"Medidor de energía PAC3200\\\"}; // ou/or 1\\n\\n\\nreturn
msg;"; "outputs":1, "noerr":0, "x":502, "y":53, "wires":[["d7d344c8.b68958"]]], {"id":"a9e3

```

```

2505.399ad8","type":"ui_ui_control","z":"90326e18.8036","name":"ui
control","x":778,"y":102,"wires":[[]]},{id:"1531c737.cccfb9","type":"ui_button","z":
90326e18.8036,"name":"","group":"db18ce37.a1777","order":0,"width":0,"height":0,
"passthru":false,"label":"A estado
PLC","color":"","bgcolor":"orange","icon":"web","payload":"","payloadType":"str","top
ic":"","x":138,"y":102,"wires":[["c3f3ecfe.7ead5"]]},{"id":"c3f3ecfe.7ead5","type":"fun
ction","z":"90326e18.8036","name":"Cambio página","func":"var msg =
{};\nmsg.payload = {tab:\"S7-1200\"}; // ou/or 1\n\n\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":498,"y":102,"wires":[["a9e32505.399ad8"]]},{"id":"4a7
ecb3a.2e9874","type":"ui_ui_control","z":"304c7366.392ccc","name":"ui
control","x":766.0000305175781,"y":103.00002193450928,"wires":[[]]},{id":"510be5
b1.bc015c","type":"ui_button","z":"304c7366.392ccc","name":"","group":"30f93410.0
eb2bc","order":0,"width":0,"height":0,"passthru":false,"label":"A estado
variador","color":"","bgcolor":"","icon":"","payload":"","payloadType":"str","topic":"","
"x":136.00003051757812,"y":103.00002193450928,"wires":[["86d69b3b.c09998"]]},{"i
d":"86d69b3b.c09998","type":"function","z":"304c7366.392ccc","name":"Cambio
página","func":"var msg = {};\nmsg.payload = {tab:\"ACS880\"}; // ou/or
1\n\n\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":486.0000305175781,"y":103.00002193450928,"wires"
:[["4a7ecb3a.2e9874"]]},{"id":"3780a9c1.83f856","type":"ui_ui_control","z":"9829c35
9.54d0e","name":"ui
control","x":763,"y":143,"wires":[[]]},{id":"eaffecb7.680de","type":"ui_button","z":"9
829c359.54d0e","name":"","group":"b9ec8e30.c8b46","order":0,"width":0,"height":0,
"passthru":false,"label":"A estado
variador","color":"","bgcolor":"","icon":"","payload":"","payloadType":"str","topic":"","
"x":133,"y":143,"wires":[["80ffd0bb.80f6c"]]},{"id":"80ffd0bb.80f6c","type":"function",
"z":"9829c359.54d0e","name":"Cambio página","func":"var msg = {};\nmsg.payload =
{tab:\"ACS880\"}; // ou/or 1\n\n\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":483,"y":143,"wires":[["3780a9c1.83f856"]]},{"id":"ab6
b0583.2aae48","type":"ui_chart","z":"90326e18.8036","name":"","group":"85e8026.6
291e","order":3,"width":0,"height":0,"label":"Velocidad
(rpm)","chartType":"line","legend":"true","xformat":"HH:mm:ss","interpolate":"linear",
"nodata":"","ymin":"","ymax":"","removeOlder":"3","removeOlderPoints":"","remove
OlderUnit":"60","cutout":0,"colors":["#1f77b4","#aec7e8","#ff7f0e","#2ca02c","#98df
8a","#d62728","#ff9896","#9467bd","#c5b0d5"],"x":1070.1667175292969,"y":659.666
6860580444,"wires":[[],[]]},{id":"c11961d5.5a28b","type":"ui_text","z":"90326e18.80
36","group":"8916e6e8.0d0108","order":8,"width":0,"height":0,"name":"","label":
"Velocidad Actual","format":"{msg.payload} rpm","layout":"row-
spread","x":453.16670989990234,"y":712.666708946228,"wires":[[]]},{id":"da12855a.
51b688","type":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"ST
ART_ACS880","diff":false,"name":"","x":108.00004577636719,"y":425.000093460083,

```

```
"wires": [{"748f1bb8.dff464", "b95099c8.7179f8"}], {"id": "a328e51a.0ec4c8", "type": "ui_text", "z": "90326e18.8036", "group": "c34b9d36.b1f2b", "order": 9, "width": "0", "height": "0", "name": "", "label": "Intensidad", "format": "{{msg.payload}} mA", "layout": "row-spread", "x": 371.0000343322754, "y": 897.0000495910645, "wires": []}, {"id": "b6372f9e.64afa", "type": "ui_text", "z": "90326e18.8036", "group": "8916e6e8.0d0108", "order": 10, "width": "0", "height": "0", "name": "", "label": "Par", "format": "{{msg.payload}} N.m", "layout": "row-spread", "x": 347.83338165283203, "y": 958.0000286102295, "wires": []}, {"id": "14ff3547.3bc12b", "type": "ui_chart", "z": "90326e18.8036", "name": "", "group": "88c623b6.077e8", "order": 3, "width": 0, "height": 0, "label": "Intensidad A", "chartType": "line", "legend": "true", "xformat": "HH:mm:ss", "interpolate": "linear", "noData": "", "ymin": "", "ymax": "", "removeOlder": 3, "removeOlderPoints": "", "removeOlderUnit": "60", "cutout": 0, "colors": ["#1f77b4", "#aec7e8", "#ff7f0e", "#2ca02c", "#98df8a", "#d62728", "#ff9896", "#9467bd", "#c5b0d5"], "x": 483.0001106262207, "y": 851.0001878738403, "wires": [[], []]}, {"id": "e65d1809.7a1bb8", "type": "ui_template", "z": "cdddb78b.be6008", "group": "a877b743.96db48", "name": "Registro datos en pantalla", "order": 1, "width": "27", "height": "17", "format": "<ul>\n <li ng-repeat=\n in msg.payload\n\n <font color=\nred\n>{{x.topic}}</font>\n\n <li>{{x.payload}}</li>\n</li>\n</ul>", "storeOutMessages": true, "fwdInMessages": true, "x": 1220.8335266113281, "y": 310.6666717529297, "wires": [[]]}, {"id": "ce456d4d.7d675", "type": "function", "z": "cdddb78b.be6008", "name": "Registro de eventos", "func": "// Créé une variable pour stocker le journal du dashboard si inexistante\n// initialise the counter to 0 if it doesn't exist already\nvar dashboardLog = context.get('dashboardLog') || [];\n\ndashboardLog.push(msg);\nif (dashboardLog.length > 40) {\n // Supprime le plus anciens message si > 40\n // Delete oldest message if > 40\n dashboardLog.shift();\n dashboardLog.length = 40;\n} \n\n// Enregistre les messages du dashboard pour le prochain affichage\n// store the value back\ncontext.set('dashboardLog', dashboardLog);\n\n// Affiche le journal des messages\n// make it part of the outgoing msg object\nmsg = {};\nmsg.payload = dashboardLog;\nreturn msg;\n", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 1217.833366394043, "y": 271.66667079925537, "wires": [{"e65d1809.7a1bb8"}]}, {"id": "19fdf63e.e0733a", "type": "switch", "out": "z", "z": "90326e18.8036", "endpoint": "b36d90e3.eebf7", "variable": "EMCY_STOP", "name": "", "x": 595.0001373291016, "y": 211.0000467300415, "wires": []}, {"id": "954cf6bb.703468", "type": "ui_switch", "z": "90326e18.8036", "name": "", "label": "Emergencia", "group": "8916e6e8.0d0108", "order": 2, "width": 0, "height": 0, "passthru": true, "decouple": "false", "topic": "", "style": "", "onvalue": "true", "onvalueType": "bool", "onicon": "", "oncolor": "", "offvalue": "false", "offvalueType": "bool", "officon": "", "offcolor": "", "x": 283.00008392333984, "y": 207.6667013168335, "wires": [{"19fdf63e.e0733a"}]}, {"id": "ed099ec3.84a6d", "type": "switch", "in": "z", "z": "90326e18.8036", "endpoint": "b36d90e3.eebf7", "mode": "single", "variable": "E
```

```

MCY_STOP","diff":false,"name":"","x":109.00006866455078,"y":207.99998474121094
,"wires":[["954cf6bb.703468","76b7a77e.5424a8"]],{"id":"d0856751.afe0f8","type":"s
7
out","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","variable":"EMCY_STOP","na
me":"","x":593.0000686645508,"y":264.0000057220459,"wires":[],{"id":"6893b8aa.d
62bd8","type":"ui_switch","z":"90326e18.8036","name":"","label":"Switch","group":"
8916e6e8.0d0108","order":1,"width":0,"height":0,"passthru":true,"decouple":"false",
"topic":"","style":"","onvalue":"true","onvalueType":"bool","onicon":"","oncolor":"","of
fvalue":"false","offvalueType":"bool","officon":"","offcolor":"","x":316.000022888183
6,"y":267.66671562194824,"wires":[["d0856751.afe0f8"]],{"id":"e1e022b4.0b629","ty
pe":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"S
WITCH_ON_ACS880","diff":false,"name":"","x":128,"y":267.9999809265137,"wires":[[
"6893b8aa.d62bd8","504cfaab.551eb4"]],{"id":"af2dc24d.0d0be","type":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"IN
TENSIDAD","diff":false,"name":"","x":115.00003051757812,"y":894.0000276565552,"
wires":[["14ff3547.3bc12b","a328e51a.0ec4c8","7d8fbe99.74cb3"]],{"id":"3ae7aee9.
19eb02","type":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"PA
R","diff":false,"name":"","x":97.00004959106445,"y":958.0000247955322,"wires":[["b
6372f9e.64afa","e4f07316.799a9"]],{"id":"73c075cc.a0e68c","type":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"AC
CELERACIÓN","diff":false,"name":"","x":115.00004196166992,"y":1645.0000495910645
,"wires":[["4acc4ed4.b6841"]],{"id":"c50b2118.94b24","type":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"DE
CELERACIÓN","diff":false,"name":"","x":121.00004196166992,"y":1705.000049591064
5,"wires":[["ac65c1f8.5badd"]],{"id":"ee2886b1.d8e9d8","type":"s7
out","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","variable":"ACCELERACIÓN","n
ame":"","x":1394.0002841949463,"y":1644.000373840332,"wires":[],{"id":"f94475a4.
d64ac8","type":"s7
out","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","variable":"DECELERACIÓN",
name":"","x":1424.0002784729004,"y":1692.0003757476807,"wires":[],{"id":"ec2d9ff
6.96a13","type":"ui_text","z":"90326e18.8036","group":"c34b9d36.b1f2b","order":12,
"width":0,"height":0,"name":"","label":"Energía","format":"{{msg.payload}}
KW·h","layout":"row-
spread","x":356.83337020874023,"y":1164.0000410079956,"wires":[],{"id":"5441448
2.fd076c","type":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"EN
ERGÍA","diff":false,"name":"","x":106.00003814697266,"y":1164.0000371932983,"wir
es":[["ec2d9ff6.96a13","d164b323.d449a","21ae55a5.c6bf82"]],{"id":"31a63914.63d6
46","type":"ui_text","z":"90326e18.8036","group":"c34b9d36.b1f2b","order":13,"widt
h":0,"height":0,"name":"","label":"Potencia Salida","format":"{{msg.payload}}

```

```
KW","layout":"row-
spread","x":383.000036239624,"y":1248.0000066757202,"wires":[],{"id":"69bdc7af.8
69288","type":"ui_text","z":"90326e18.8036","group":"8916e6e8.0d0108","order":4,"
width":"0","height":"0","name":"","label":"Estado
Variador","format":"{{msg.payload}}","layout":"row-
spread","x":871.8333587646484,"y":1454.0000019073486,"wires":[],{"id":"835068cb.
995b18","type":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"R
UNNING","diff":false,"name":"","x":117.00003814697266,"y":1413.0000429153442,"
wires":[["c60c6a24.85f8d8"]],{"id":"f3626633.2c1598","type":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"ST
OPPED","diff":false,"name":"","x":118.00003814697266,"y":1502.0000448226929,"wi
res":[["82099c80.d45b5"]],{"id":"274864af.cd5c7c","type":"function","z":"90326e18.8
036","name":"Compara dato y devuelve string","func":"// outputs: 1\n//Compara dato
numérico   msg.payload   y   devuelve   un   string\n//   outputs:
1\nDato=msg.payload;\nRetorno=msg.topic;\n\nif(Dato==1){\n           return
{topic:Retorno,
payload:\\"Running\\\";\n}\n","outputs":1,"noerr":0,"x":531.1667556762695,"y":1403.0
000467300415,"wires":[["69bdc7af.869288","69e585c9.9965fc"]],{"id":"c60c6a24.85f
8d8","type":"switch","z":"90326e18.8036","name":"","property":"payload","propertyT
ype":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"1","vt":"num"}],"checkall":"true","outputs":1,"x":27
4.16673278808594,"y":1418.0000467300415,"wires":[["274864af.cd5c7c"]],{"id":"42
ea5cb.d188fa4","type":"function","z":"90326e18.8036","name":"Compara dato y
devuelve string","func":"// outputs: 1\n//Compara dato numérico msg.payload y
devuelve           un           string\n//           outputs:
1\nDato=msg.payload;\nRetorno=msg.topic;\n\nif(Dato==1){\n           return
{topic:Retorno,
payload:\\"Stopped\\\";\n}\n","outputs":1,"noerr":0,"x":537.0000610351562,"y":1485.0
00002861023,"wires":[["69bdc7af.869288","3b0a8d2a.898da2"]],{"id":"82099c80.d4
5b5","type":"switch","z":"90326e18.8036","name":"","property":"payload","propertyT
ype":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"1","vt":"num"}],"checkall":"true","outputs":1,"x":28
0.00003814697266,"y":1500.000002861023,"wires":[["42ea5cb.d188fa4"]],{"id":"93c
c7e2c.423c2","type":"ui_text","z":"90326e18.8036","group":"c34b9d36.b1f2b","order
":11,"width":"0","height":"0","name":"","label":"Frecuencia
salida","format":"{{msg.payload}}           Hz","layout":"row-
spread","x":590.833381652832,"y":1049.0000305175781,"wires":[],{"id":"630fc8e6.3
13548","type":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"FR
ECUENCIA","diff":false,"name":"","x":132.00003051757812,"y":1052.0000038146973,
"wires":[["198c7283.2b001d"]],{"id":"1954fd32.3219a3","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"ACT_SPEED","qos":"2","retain":"","brok
er":"e1e84670.759588","x":464.1666793823242,"y":755.6666889190674,"wires":[],{"
```



```
id":"7d8fbe99.74cb3","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"INTENSIDAD_ACS880","qos":"2","retain":
:"","broker":"e1e84670.759588","x":408.0000534057617,"y":807.0000247955322,"wi
res":[]},{id":"b95099c8.7179f8","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"START_ACS880","qos":"2","retain":"","b
roker":"e1e84670.759588","x":318.0000457763672,"y":367.0000915527344,"wires":[
]},{id":"76b7a77e.5424a8","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"EMCY_STOP","qos":"","retain":"","broke
r":"e1e84670.759588","x":290.1666831970215,"y":160.66667079925537,"wires":[]},{
id":"504cfaab.551eb4","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"SWITCH_ON","qos":"","retain":"","broke
r":"e1e84670.759588","x":342.0000228881836,"y":306.00000953674316,"wires":[]},{
id":"d0a6aba1.37aaa8","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"SPEED_REF_ACS880","qos":"","retain":
","broker":"e1e84670.759588","x":620.1666946411133,"y":498.66668128967285,"wir
es":[]},{id":"d081707f.98f3b","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"PAR_ACS880","qos":"2","retain":"","bro
ker":"e1e84670.759588","x":520.9999847412109,"y":1000,"wires":[]},{id":"e4f07316.
799a9","type":"rbe","z":"90326e18.8036","name":"","func":"rbe","gap":"","start":"","i
nout":"out","x":341,"y":999.3333330154419,"wires":[["d081707f.98f3b"]]],{id":"3158
7588.91d17a","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"FRECUENCIA_ACS880","qos":"2","retain
":"","broker":"e1e84670.759588","x":756.0000343322754,"y":1095.000033378601,"w
ires":[]},{id":"cba08242.6430f","type":"rbe","z":"90326e18.8036","name":"","func":"r
be","gap":"","start":"","inout":"out","x":546.0000495910645,"y":1094.333366394043,
"wires":[["31587588.91d17a"]]],{id":"e6470af2.555048","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"ENERGÍA_ACS880","qos":"2","retain":"","
broker":"e1e84670.759588","x":581.0000152587891,"y":1208.000036239624,"wires"
:[]},{id":"d164b323.d449a","type":"rbe","z":"90326e18.8036","name":"","func":"rbe",
"gap":"","start":"","inout":"out","x":358.00002098083496,"y":1206.3333320617676,"
wires":[["e6470af2.555048"]]],{id":"8f6389d5.7a29e8","type":"s7
in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"P
OTENCIA
SALIDA","diff":false,"name":"","x":142.16670417785645,"y":1248.000002861023,"wir
es":[["31a63914.63d646","97bc4285.d7f7e"]]],{id":"ce5c10d4.b29a1","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"POTENCIA_ACS880","qos":"2","retain":
","broker":"e1e84670.759588","x":550.0000057220459,"y":1297.9999990463257,"wir
es":[]},{id":"97bc4285.d7f7e","type":"rbe","z":"90326e18.8036","name":"","func":"rb
e","gap":"","start":"","inout":"out","x":350.00002098083496,"y":1297.333332061767
6,"wires":[["ce5c10d4.b29a1"]]],{id":"69e585c9.9965fc","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"RUNNING_ACS880","qos":"2","retain":
","broker":"e1e84670.759588","x":889.0000286102295,"y":1401.000039100647,"wire
```

```
s":[]},{ "id":"3b0a8d2a.898da2","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"STOPPED_ACS880","qos":"2","retain":"","
broker":"e1e84670.759588","x":891.0000286102295,"y":1496.0000467300415,"wire
s":[]},{ "id":"d39c25f9.c7c148","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"ACELERACIÓN_ACS880","qos":"2","retai
n":"","broker":"e1e84670.759588","x":509.1666793823242,"y":1645.6667156219482,
"wires":[]},{ "id":"89ac04ab.7e4d18","type":"mqtt
out","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"DECELERACIÓN_ACS880","qos":"2","ret
ain":"","broker":"e1e84670.759588","x":514.0000915527344,"y":1700.000050544738
8,"wires":[]},{ "id":"f8f406f4.912e98","type":"mqtt
in","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"SPEED_REF_ACS880","qos":"2","broker":"
e1e84670.759588","x":803.1666870117188,"y":563.3333902359009,"wires":[["7a512
3e1.037eec"]]],{"id":"3c960af8.d68bf6","type":"ui_text_input","z":"90326e18.8036","
name":"","label":"Rampa
deceleración","group":"8916e6e8.0d0108","order":7,"width":0,"height":0,"passthru":t
rue,"mode":"text","delay":"1000","topic":"","x":1035.0002632141113,"y":1700.00045
58563232,"wires":[["703cfec5.dd945"]]],{"id":"94b296f5.34fe38","type":"ui_text_inpu
t","z":"90326e18.8036","name":"","label":"Rampa
aceleración","group":"8916e6e8.0d0108","order":6,"width":0,"height":0,"passthru":tr
ue,"mode":"text","delay":"1000","topic":"","x":1024.1668510437012,"y":1647.000454
902649,"wires":[["57167c21.7318c4"]]],{"id":"af7d6b4d.c7dd88","type":"mqtt
in","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"ACELERACIÓN_ACS880","qos":"2","broker
":"e1e84670.759588","x":750.1667594909668,"y":1644.333462715149,"wires":[["94b
296f5.34fe38"]]],{"id":"41e66e70.49875","type":"mqtt
in","z":"90326e18.8036","name":"","topic":"DECELERACIÓN_ACS880","qos":"2","brok
er":"e1e84670.759588","x":769.1667594909668,"y":1704.3334646224976,"wires":[["
3c960af8.d68bf6"]]],{"id":"4acc4ed4.b6841","type":"rbe","z":"90326e18.8036","name
":"","func":"rbei","gap":"","start":"","inout":"out","x":301.00000762939453,"y":1646.0
000486373901,"wires":[["d39c25f9.c7c148"]]],{"id":"ac65c1f8.5badd","type":"rbe","z"
:"90326e18.8036","name":"","func":"rbei","gap":"","start":"","inout":"out","x":299.00
000762939453,"y":1705.0000505447388,"wires":[["89ac04ab.7e4d18"]]],{"id":"57167
c21.7318c4","type":"rbe","z":"90326e18.8036","name":"","func":"rbei","gap":"","start
":"","inout":"out","x":1212,"y":1652,"wires":[["ee2886b1.d8e9d8"]]],{"id":"703cfec5.d
d945","type":"rbe","z":"90326e18.8036","name":"","func":"rbei","gap":"","start":"","i
nout":"out","x":1218,"y":1697,"wires":[["f94475a4.d64ac8"]]],{"id":"198c7283.2b001d
","type":"function","z":"90326e18.8036","name":"División","func":"msg.payload
= (msg.payload)/100;\nreturn
msg;\n","outputs":1,"noerr":0,"x":359.16668701171875,"y":1086.0000343322754,"wi
res":[["93cc7e2c.423c2","cba08242.6430f"]]],{"id":"c32a8fa.9b5ba7","type":"s7
in","z":"317c18af.12e3e8","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"
Referencia_ACSM-
1","diff":false,"name":"","x":113.72222900390625,"y":159.44446754455566,"wires":[[
```

```

"b7a80020.67615","6bf66793.3bd578","27fab052.3c289"]],{"id":"27fab052.3c289","t
ype":"ui_slider","z":"317c18af.12e3e8","name":"","label":"Referencia","group":"cabad
6a5.b28cc8","order":0,"width":0,"height":0,"passthru":true,"topic":"","min":0,"max":
100,"step":1,"x":410.1666450500488,"y":137.66669750213623,"wires":[["642867f3.7
27fd8"]]],{"id":"9750ed2c.2b398","type":"s7
out","z":"317c18af.12e3e8","endpoint":"b36d90e3.eebf7","variable":"Referencia_ACS
M-
1","name":"","x":1426.611198425293,"y":186.55559730529785,"wires":[],{"id":"dc5d
6c19.d802b","type":"mqtt
in","z":"317c18af.12e3e8","name":"","topic":"REFERENCIA_ACSM-
1","qos":"2","broker":"e1e84670.759588","x":859.8334350585938,"y":100.444566726
68457,"wires":[["9750ed2c.2b398"]]],{"id":"642867f3.727fd8","type":"mqtt
out","z":"317c18af.12e3e8","name":"","topic":"REFERENCIA_ACSM-
1","qos":"2","retain":"","broker":"e1e84670.759588","x":561.3333892822266,"y":66.4
4444465637207,"wires":[],{"id":"b7a80020.67615","type":"ui_text","z":"317c18af.12
e3e8","group":"cabad6a5.b28cc8","order":0,"width":0,"height":0,"name":"","label":"","
format":"{{msg.payload}} % N·m","layout":"row-
center","x":335.7407633463542,"y":205.18519083658853,"wires":[],{"id":"a48aeb54.
583ce8","type":"s7
out","z":"317c18af.12e3e8","endpoint":"b36d90e3.eebf7","variable":"Start_ACSM-
1","name":"","x":600.0000915527344,"y":351,"wires":[],{"id":"d2a94f87.e865","type"
:"ui_switch","z":"317c18af.12e3e8","name":"","label":"Servo
OFF/ON","group":"cabad6a5.b28cc8","order":3,"width":0,"height":0,"passthru":true,"
decouple":"false","topic":"","style":"","onvalue":"true","onvalueType":"bool","onicon"
:"","oncolor":"","offvalue":"false","offvalueType":"bool","officon":"","offcolor":"","x":3
21.00001525878906,"y":351.66670322418213,"wires":[["a48aeb54.583ce8"]]],{"id":"6
7e2df7c.8fa84","type":"s7
in","z":"317c18af.12e3e8","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"S
tart_ACSM-
1","diff":false,"name":"","x":136,"y":350,"wires":[["d2a94f87.e865","b2bd659.8f5d298
"]]],{"id":"b2bd659.8f5d298","type":"mqtt
out","z":"317c18af.12e3e8","name":"","topic":"START_ACSM1","qos":"2","retain":"","
broker":"e1e84670.759588","x":342,"y":298.99999809265137,"wires":[],{"id":"f5fd62
aa.95659","type":"s7
out","z":"317c18af.12e3e8","endpoint":"b36d90e3.eebf7","variable":"Reset_ACSM-
1","name":"","x":628,"y":553,"wires":[],{"id":"b02d248f.3cf688","type":"ui_switch","z
":"317c18af.12e3e8","name":"","label":"Reset
OFF/ON","group":"cabad6a5.b28cc8","order":3,"width":0,"height":0,"passthru":true,"
decouple":"false","topic":"","style":"","onvalue":"true","onvalueType":"bool","onicon"
:"","oncolor":"","offvalue":"false","offvalueType":"bool","officon":"","offcolor":"","x":3
48.9999237060547,"y":553.6667032241821,"wires":[["f5fd62aa.95659"]]],{"id":"6af4c
b8d.9b8bc4","type":"s7

```



```
in","z":"317c18af.12e3e8","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"Reset_ACSM-1","diff":false,"name":"","x":173.99990844726562,"y":552,"wires":[["b02d248f.3cf688","821a30fa.05a29"]],{"id":"821a30fa.05a29","type":"mqtt out","z":"317c18af.12e3e8","name":"","topic":"RESET_ACSM1","qos":"2","retain":"","broker":"e1e84670.759588","x":369.9999084472656,"y":500.99999809265137,"wires":[],{"id":"6bf66793.3bd578","type":"ui_chart","z":"317c18af.12e3e8","name":"","group":"66f88644.db5a18","order":0,"width":0,"height":0,"label":"","chartType":"line","legend":"true","xformat":"HH:mm:ss","interpolate":"linear","nodata":"","ymin":"0","ymax":"100","removeOlder":"3","removeOlderPoints":"","removeOlderUnit":"60","cutout":0,"colors":["#1f77b4","#aec7e8","#ff7f0e","#2ca02c","#98df8a","#d62728","#ff9896","#9467bd","#c5b0d5"],"x":941.1666831970215,"y":200.66669273376465,"wires":[[],[]],{"id":"40f6617a.02b73","type":"s7 in","z":"90326e18.8036","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"Error_ACS880","diff":false,"name":"","x":136,"y":1572.6666259765625,"wires":[["a4e68a9e.fe2848"]],{"id":"65141503.ee2ccc","type":"function","z":"90326e18.8036","name":"Compara dato y devuelve string","func":"// outputs: 1\n//Compara dato numérico\nmsg.payload          y          devuelve          un          string\n//          outputs: 1\nDato=msg.payload;\nRetorno=msg.topic;\n\nif(Dato==1){\n          return\n{topic:Retorno,\npayload:\"Error\";\n}\n\n","outputs":1,"noerr":0,"x":548.0000228881836,"y":1555.6666259765625,"wires":[["69bdc7af.869288"]],{"id":"a4e68a9e.fe2848","type":"switch","z":"90326e18.8036","name":"","property":"payload","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"1","vt":"num"}],"checkall":"true","outputs":1,"x":291,"y":1570.6666259765625,"wires":[["65141503.ee2ccc"]],{"id":"bcd5d63a.29bdd8","type":"s7 in","z":"304c7366.392ccc","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"Voltaje_PAC3200","diff":false,"name":"","x":137,"y":204,"wires":[["31b66ed6.001ae2","e7fb7dee.4125a"]],{"id":"e7fb7dee.4125a","type":"ui_text","z":"304c7366.392ccc","group":"f5a62256.7c9f4","order":6,"width":0,"height":0,"name":"","label":"Voltaje","format":"{{msg.payload | number:1}} V","layout":"row-spread","x":478.333345413208,"y":207.66655158996582,"wires":[],{"id":"31b66ed6.001ae2","type":"mqtt out","z":"304c7366.392ccc","name":"","topic":"Voltaje_PAC3200","qos":"2","retain":"","broker":"e1e84670.759588","x":511.33324432373047,"y":262.66650199890137,"wires":[],{"id":"20d2529f.c41ace","type":"s7 in","z":"304c7366.392ccc","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"Intensidad_PAC3200","diff":false,"name":"","x":154,"y":318,"wires":[["797abd90.4f3604","755e0c5a.7840f4","978bffe.b7c7a4"]],{"id":"797abd90.4f3604","type":"ui_text","z":"304c7366.392ccc","group":"f5a62256.7c9f4","order":6,"width":0,"height":0,"name":"","label":"Intensidad","format":"{{msg.payload | number:2}} A","layout":"row-spread","x":489.3333053588867,"y":333.66653060913086,"wires":[],{"id":"755e0c5a.7840f4","type":"mqtt
```

```

out","z":"304c7366.392ccc","name":"","topic":"Intensidad_PAC3200","qos":"2","retain":
":"","broker":"e1e84670.759588","x":518.3332443237305,"y":376.66650199890137,
"wires":[]},{id":"50ea913a.53d0b","type":"s7
in","z":"304c7366.392ccc","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"
PotenciaAparente_PAC3200","diff":false,"name":"","x":178,"y":439,"wires":[["8ade51c
f.37384","a79a02fb.b5c46","4de0ecab.d35874"]],{"id":"8ade51cf.37384","type":"ui_t
ext","z":"304c7366.392ccc","group":"f5a62256.7c9f4","order":6,"width":0,"height":
0,"name":"","label":"Potencia Aparente","format":"{{msg.payload | number:1}}
VA","layout":"row-
spread","x":513.3333053588867,"y":454.66653060913086,"wires":[]},{id":"a79a02fb.
b5c46","type":"mqtt
out","z":"304c7366.392ccc","name":"","topic":"PotenciaAparente_PAC3200","qos":"2
","retain":"","broker":"e1e84670.759588","x":542.3332443237305,"y":497.666501998
90137,"wires":[]},{id":"f52b7eaf.af908","type":"s7
in","z":"304c7366.392ccc","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"
PotenciaActiva_PAC3200","diff":false,"name":"","x":155,"y":538,"wires":[["423f37.4b8
b10c8","6ba5cf3e.2e425","4de0ecab.d35874"]],{"id":"423f37.4b8b10c8","type":"ui_t
ext","z":"304c7366.392ccc","group":"f5a62256.7c9f4","order":6,"width":0,"height":
0,"name":"","label":"Potencia Activa","format":"{{msg.payload | number:1}}
W","layout":"row-
spread","x":490.3333053588867,"y":553.6665306091309,"wires":[]},{id":"6ba5cf3e.2
e425","type":"mqtt
out","z":"304c7366.392ccc","name":"","topic":"PotenciaActiva_PAC3200","qos":"2","r
etain":"","broker":"e1e84670.759588","x":519.3332443237305,"y":596.66650199890
14,"wires":[]},{id":"f1607305.ada63","type":"s7
in","z":"304c7366.392ccc","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"
PotenciaReactiva_PAC3200","diff":false,"name":"","x":151,"y":648,"wires":[["f3f34177
.561a1","9fbd1f3a.bc9b5","4de0ecab.d35874"]],{"id":"f3f34177.561a1","type":"ui_te
xt","z":"304c7366.392ccc","group":"f5a62256.7c9f4","order":6,"width":0,"height":
0,"name":"","label":"Potencia Reactiva","format":"{{msg.payload | number:1}}
VAr","layout":"row-
spread","x":486.3333053588867,"y":663.6665306091309,"wires":[]},{id":"9fbd1f3a.b
c9b5","type":"mqtt
out","z":"304c7366.392ccc","name":"","topic":"PotenciaReactiva_PAC3200","qos":"2",
"retain":"","broker":"e1e84670.759588","x":515.3332443237305,"y":706.6665019989
014,"wires":[]},{id":"cf88c168.70447","type":"s7
in","z":"304c7366.392ccc","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"F
DP_PAC3200","diff":false,"name":"","x":111,"y":762,"wires":[["43a495a5.25835c","54
e087b2.444a68","868569b0.546b78"]],{"id":"43a495a5.25835c","type":"ui_text","z":
"304c7366.392ccc","group":"f5a62256.7c9f4","order":6,"width":0,"height":0,"nam
e":"","label":"Factor de potencia","format":"{{msg.payload |
number:2}}","layout":"row-

```

```
spread", "x":487.3333435058594, "y":793.6665267944336, "wires":[]}, {"id": "54e087b2.444a68", "type": "mqtt
out", "z": "304c7366.392ccc", "name": "", "topic": "FDP_PAC3200", "qos": "2", "retain": "", "
broker": "e1e84670.759588", "x":473.33326721191406, "y":837.6665287017822, "wires
":[]}, {"id": "7b4afe88.49e4", "type": "s7
in", "z": "304c7366.392ccc", "endpoint": "b36d90e3.eebf7", "mode": "single", "variable": "
THD_PAC3200", "diff": false, "name": "", "x":110, "y":884, "wires": [{"fd7be4c9.7c6f28", "52
5e9da9.8d2ae4"}]}, {"id": "fd7be4c9.7c6f28", "type": "ui_text", "z": "304c7366.392ccc", "gr
oup": "f5a62256.7c9f4", "order":6, "width": "0", "height": "0", "name": "", "label": "THD", "fo
rmat": "{msg.payload | number:2} %", "layout": "row-
spread", "x":445.3333053588867, "y":899.6665306091309, "wires":[]}, {"id": "525e9da9.
8d2ae4", "type": "mqtt
out", "z": "304c7366.392ccc", "name": "", "topic": "THD_PAC3200", "qos": "2", "retain": "", "
broker": "e1e84670.759588", "x":474.33324432373047, "y":942.6665019989014, "wires
":[]}, {"id": "47ab5eec.1a1e3", "type": "s7
in", "z": "304c7366.392ccc", "endpoint": "b36d90e3.eebf7", "mode": "single", "variable": "F
recuencia_PAC3200", "diff": false, "name": "", "x":131, "y":995, "wires": [{"b9645732.3d3b
28", "2c2133a6.b0692c", "52176838.f7d7d8"}]}, {"id": "b9645732.3d3b28", "type": "ui_te
xt", "z": "304c7366.392ccc", "group": "f5a62256.7c9f4", "order":6, "width": "0", "height": "0
", "name": "", "label": "Frecuencia", "format": "{msg.payload | number:2}
Hz", "layout": "row-
spread", "x":466.3333053588867, "y":1010.6665306091309, "wires":[]}, {"id": "2c2133a6.
b0692c", "type": "mqtt
out", "z": "304c7366.392ccc", "name": "", "topic": "Frecuencia_PAC3200", "qos": "2", "retai
n": "", "broker": "e1e84670.759588", "x":495.33324432373047, "y":1053.666501998901
4, "wires":[]}, {"id": "52176838.f7d7d8", "type": "ui_gauge", "z": "304c7366.392ccc", "nam
e": "", "group": "f5a62256.7c9f4", "order":0, "width":0, "height":0, "gtype": "gage", "title": "
Frecuencia", "label": "Hz", "format": "", "min": "45", "max": "55", "colors": ["#00b500", "#e6
e600", "#ca3838"], "seg1": "48", "seg2": "52", "x":467.1666831970215, "y":1115.6666955
947876, "wires":[]}, {"id": "868569b0.546b78", "type": "ui_gauge", "z": "304c7366.392ccc"
, "name": "", "group": "f5a62256.7c9f4", "order":0, "width":0, "height":0, "gtype": "gage", "t
itle": "Factor de
potencia", "label": "", "format": "", "min": "0", "max": "1", "colors": ["#00b500", "#e6e600", "
#ca3838"], "seg1": "", "seg2": "", "x":487, "y":756, "wires":[]}, {"id": "4de0ecab.d35874", "ty
pe": "ui_chart", "z": "304c7366.392ccc", "name": "", "group": "e3323d67.939bd", "order":0
, "width":0, "height":0, "label": "Potencia", "chartType": "line", "legend": "true", "xformat": "
HH:mm:ss", "interpolate": "linear", "nodata": "", "ymin": "", "ymax": "", "removeOlder": "3",
"removeOlderPoints": "", "removeOlderUnit": "60", "cutout":0, "colors": ["#1f77b4", "#aec
7e8", "#ff7f0e", "#2ca02c", "#98df8a", "#d62728", "#ff9896", "#9467bd", "#c5b0d5"], "x":9
74.166748046875, "y":467.6666717529297, "wires": [[], []]}, {"id": "978bffe8.bc7a4", "typ
e": "ui_chart", "z": "304c7366.392ccc", "name": "", "group": "e3323d67.939bd", "order":0,
"width":0, "height":0, "label": "Intensidad", "chartType": "line", "legend": "true", "xformat"
```

```

:"HH:mm:ss","interpolate":"linear","nodata":"","ymin":"","ymax":"","removeOlder":"3
","removeOlderPoints":"","removeOlderUnit":"60","cutout":0,"colors":["#1f77b4","#a
ec7e8","#ff7f0e","#2ca02c","#98df8a","#d62728","#ff9896","#9467bd","#c5b0d5"],"x"
:990,"y":351,"wires":[[],[]],{"id":"b70cf27b.a8144","type":"ui_text","z":"317c18af.12e
3e8","group":"f9502bc6.eafcf8","order":9,"width":0,"height":0,"name":"","label":
"Intensidad","format":"{{msg.payload | number:2}} A","layout":"row-
spread","x":436,"y":653,"wires":[[]],{"id":"8b8ea4bd.5dfae8","type":"s7
in","z":"317c18af.12e3e8","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"I
ntensidad_ACSM-
1","diff":false,"name":"","x":205.16666793823242,"y":652.9999961853027,"wires":[[
"b70cf27b.a8144","47803586.62cafc","6779c529.79fa0c","8274a17e.6b5f1"]],{"id":"82
74a17e.6b5f1","type":"mqtt
out","z":"317c18af.12e3e8","name":"","topic":"Intensidad_ACSM-
1","qos":"2","retain":"","broker":"e1e84670.759588","x":609.1666030883789,"y":694.
9999713897705,"wires":[[]],{"id":"21aeeee5.c6bf82","type":"ui_gauge","z":"90326e18.
8036","name":"","group":"c34b9d36.b1f2b","order":0,"width":0,"height":0,"gtype":"g
age","title":"Energía","label":"KW·h","format":"{{value}}","min":0,"max":40,"colors":
["#00b500","#e6e600","#ca3838"],"seg1":"","seg2":"","x":354.16668701171875,"y":11
27,"wires":[[]],{"id":"47803586.62cafc","type":"ui_gauge","z":"317c18af.12e3e8","nam
e":"","group":"f9502bc6.eafcf8","order":0,"width":0,"height":0,"gtype":"gage","title":
","label":"A","format":"{{value}}","min":0,"max":30,"colors":["#00b500","#e6e600",
"#ca3838"],"seg1":"5","seg2":"25","x":400.16668701171875,"y":742.6666870117188,"
wires":[[]],{"id":"f904dca.d5bf62","type":"ui_chart","z":"90326e18.8036","name":"","gr
oup":"88c623b6.077e8","order":3,"width":0,"height":0,"label":"Velocidad
(rpm)","chartType":"line","legend":"true","xformat":"HH:mm:ss","interpolate":"linear"
,"nodata":"","ymin":"","ymax":"","removeOlder":"3","removeOlderPoints":"","remove
OlderUnit":"60","cutout":0,"colors":["#1f77b4","#aec7e8","#ff7f0e","#2ca02c","#98df
8a","#d62728","#ff9896","#9467bd","#c5b0d5"],"x":704,"y":616,"wires":[[],[]],{"id":
"6779c529.79fa0c","type":"ui_chart","z":"317c18af.12e3e8","name":"","group":"66f88
644.db5a18","order":0,"width":0,"height":0,"label":"","chartType":"line","legend":"tru
e","xformat":"HH:mm:ss","interpolate":"linear","nodata":"","ymin":0,"ymax":100,
"removeOlder":"3","removeOlderPoints":"","removeOlderUnit":"60","cutout":0,"color
s":["#1f77b4","#aec7e8","#ff7f0e","#2ca02c","#98df8a","#d62728","#ff9896","#9467b
d","#c5b0d5"],"x":425,"y":607,"wires":[[],[]],{"id":"e4474344.50db8","type":"function
","z":"cdddb78b.be6008","name":"Compara dato y devuelve string","func":"// outputs:
1\n//Compara dato numérico msg.payload y devuelve un string\n// outputs:
1\nDato=msg.payload;\nRetorno=msg.topic;\n\nif(Dato==\"2\"){\n      return
{topic:Retorno, payload:\"Variador en error\"};\n} else {\n  return {topic:Retorno,
payload:\"Variador                               apagado\"};
\n}\n","outputs":1,"noerr":0,"x":595.0000953674316,"y":138.00004482269287,"wires
":["21010bb5.e6e004","95462de8.f2aca"]],{"id":"1fc5c5bf.ace6ba","type":"function",
"z":"cdddb78b.be6008","name":"Obtener                               Fecha                               y                               hora

```

```

exacta","func":"topic=msg.topic;\n\n//Construir un formato de fecha \n\nnd= new
Date(),\nndformat = [d.getDate(),\n d.getMonth()+1,\n d.getFullYear()].join('/')+' '+\n[d.getHours(),\n d.getMinutes(),\n d.getSeconds()].join(':');\n\n//Reemplazar
payload\nmsg.payload=dformat\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":590.8333511352539,"y":245.0000238418579,"wires":
[["21010bb5.e6e004"]],{"id":"21010bb5.e6e004","type":"join","z":"cdddb78b.be6008
","name":"","mode":"custom","build":"string","property":"payload","propertyType":"
msg","key":"topic","joiner":"."
","timeout":"","count":"2","x":883.8333930969238,"y":119.0000171661377,"wires":[[
"ce456d4d.7d675","37f44160.730f7e","c8a0d458.3134b8","f862cd09.eaaf6"]],{"id":"
6e5e8ea1.c660f","type":"trigger","z":"cdddb78b.be6008","op1":"true","op2":"","op1t
ype":"bool","op2type":"nul","duration":"10","extend":false,"units":"ms","reset":"","na
me":"","x":260.00001525878906,"y":177.0000123977661,"wires":[["1fc5c5bf.ace6ba"]
]],{"id":"5f117421.3e9b8c","type":"rbe","z":"cdddb78b.be6008","name":"","func":"rbe
","gap":"","start":"","inout":"out","x":176.00001525878906,"y":117.00000953674316,
"wires":[["6e5e8ea1.c660f","170e45d6.9ebbea","bb009644.d04fc8","1f7d7fad.6f87"]
]],{"id":"abb233ed.56324","type":"s7
in","z":"cdddb78b.be6008","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"
Estado
Variador","diff":false,"name":"","x":122,"y":40.000000953674316,"wires":[["5f117421
.3e9b8c"]],{"id":"cea52fed.100c8","type":"function","z":"cdddb78b.be6008","name":
"Compara dato y devuelve string","func":"// outputs: 1\n//Compara dato numérico
msg.payload y devuelve un string\n// outputs:
1\nDato=msg.payload;\nRetorno=msg.topic;\n\nif(Dato=="1"){
return
{topic:Retorno, payload:\nVariador encendido\");}\n else {\n return {topic:Retorno,
payload:\nVariador
apagado\");
\n}\n","outputs":1,"noerr":0,"x":599.0000152587891,"y":96.00000095367432,"wires":
[["21010bb5.e6e004","95462de8.f2aca"]],{"id":"f36e8946.717938","type":"function",
"z":"cdddb78b.be6008","name":"Compara dato y devuelve string","func":"// outputs:
1\n//Compara dato numérico msg.payload y devuelve un string\n// outputs:
1\nDato=msg.payload;\nRetorno=msg.topic;\n\nif(Dato=="0"){
return
{topic:Retorno, payload:\nVariador apagado\");}\n else {\n return {topic:Retorno,
payload:\nVariador
encendido\");
\n}\n","outputs":1,"noerr":0,"x":596,"y":52,"wires":[["21010bb5.e6e004","95462de8.f
2aca"]],{"id":"170e45d6.9ebbea","type":"switch","z":"cdddb78b.be6008","name":"","
property":"payload","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"0","vt":"num"}],"che
ckall":"true","outputs":1,"x":343.1666946411133,"y":53.00000190734863,"wires":[["f
36e8946.717938"]],{"id":"bb009644.d04fc8","type":"switch","z":"cdddb78b.be6008",
"name":"","property":"payload","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"1","vt":"
num"}],"checkall":"true","outputs":1,"x":346,"y":96,"wires":[["cea52fed.100c8"]],{"id
":"1f7d7fad.6f87","type":"switch","z":"cdddb78b.be6008","name":"","property":"payl
oad","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"2","vt":"num"}],"checkall":"true","o

```



```

outputs":1,"x":344,"y":134,"wires":[["e4474344.50db8"]]},{"id":"50e799b.8a4f068","type":"function","z":"cdddb78b.be6008","name":"Obtener Fecha y hora exacta","func":"topic=msg.topic;\n\n// Construir un formato de fecha \n\nnd= new Date(),\nndformat = [d.getDate(),\n d.getMonth()+1,\n d.getFullYear()].join('/')+' '+\n[d.getHours(),\n d.getMinutes(),\n d.getSeconds()].join(':');\n\n// Reemplazar payload\nmsg.payload=dformat\nreturn msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":595.8332557678223,"y":600.999979019165,"wires":[["88826ce1.541db"]]},{"id":"88826ce1.541db","type":"join","z":"cdddb78b.be6008","name":"","mode":"custom","build":"string","property":"payload","propertyType":"msg","key":"topic","joiner":".","timeout":"","count":"2","x":888.8332977294922,"y":474.9999723434448,"wires":[["ce456d4d.7d675","c8a0d458.3134b8","37f44160.730f7e","f862cd09.eaaf6"]]},{"id":"2ff74745.c63268","type":"trigger","z":"cdddb78b.be6008","op1":"true","op2":"","op1type":"bool","op2type":"nul","duration":"10","extend":false,"units":"ms","reset":"","name":"","x":264.9999198913574,"y":532.9999675750732,"wires":[["50e799b.8a4f068"]]},{"id":"1236d16b.751c1f","type":"rbe","z":"cdddb78b.be6008","name":"","func":"rbe","gap":"","start":"","inout":"out","x":180.99991989135742,"y":472.9999647140503,"wires":[["2ff74745.c63268","a10ee6f4.46c4b8","2f450e77.b4fe82","b539c379.60853"]]},{"id":"dbc09dcc.26696","type":"s7in","z":"cdddb78b.be6008","endpoint":"b36d90e3.eebf7","mode":"single","variable":"Estado Servo","diff":false,"name":"","x":116.99990463256836,"y":395.99995613098145,"wires":[["1236d16b.751c1f"]]},{"id":"a8bdfe06.d298c","type":"function","z":"cdddb78b.be6008","name":"Compara dato y devuelve string","func":"// outputs: 1\n// Compara dato numérico msg.payload y devuelve un string\n// outputs: 1\nDato=msg.payload;\nRetorno=msg.topic;\n\nif(Dato==\"0\"){\n    return {topic:Retorno, payload:\"Servo apagado\"};\n}\nelse {\n    return {topic:Retorno, payload:\"Servo encendido\"};\n}\n\n","outputs":1,"noerr":0,"x":600.9999046325684,"y":407.99995517730713,"wires":[["88826ce1.541db","95462de8.f2aca"]]},{"id":"a10ee6f4.46c4b8","type":"switch","z":"cdddb78b.be6008","name":"","property":"payload","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"0","vt":"num"}],"checkall":"true","outputs":1,"x":348.16659927368164,"y":408.99995708465576,"wires":[["a8bdfe06.d298c"]]},{"id":"fde2391a.06b5e8","type":"function","z":"cdddb78b.be6008","name":"Compara dato y devuelve string","func":"// outputs: 1\n// Compara dato numérico msg.payload y devuelve un string\n// outputs: 1\nDato=msg.payload;\nRetorno=msg.topic;\n\nif(Dato==\"2\"){\n    return {topic:Retorno, payload:\"Servo reseteado\"};\n}\nelse {\n    return {topic:Retorno, payload:\"Servo apagado\"};\n}\n\n","outputs":1,"noerr":0,"x":600,"y":494,"wires":[["88826ce1.541db","95462de8.f2aca"]]},{"id":"2f450e77.b4fe82","type":"switch","z":"cdddb78b.be6008","name":"","property":"payload","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"2","vt":"num"}],"checkall":"true","outputs":1,"x":348.99990463256836,"y":489.99995517730713,"wires":["

```

```
fde2391a.06b5e8"]]}, {"id": "b539c379.60853", "type": "switch", "z": "cdddb78b.be6008",
"name": "", "property": "payload", "propertyType": "msg", "rules": [{"t": "eq", "v": "1", "vt": "
num"}], "checkall": "true", "outputs": 1, "x": 350.99990463256836, "y": 451.999955177307
13, "wires": [{"70409d73.fd2994"}]}, {"id": "70409d73.fd2994", "type": "function", "z": "cdd
db78b.be6008", "name": "Compara dato y devuelve string", "func": "// outputs:
1\\n//Compara dato numérico msg.payload y devuelve un string\\n// outputs:
1\\nDato=msg.payload;\\nRetorno=msg.topic;\\n\\nif(Dato==\\\"1\\\"){\\n      return
{topic:Retorno, payload:\\\"Servo encendido\\\"};}\\n  else {\\n    return {topic:Retorno,
payload:\\\"Servo
\\n\\n\\n\", \"outputs\": 1, \"noerr\": 0, \"x\": 603.9999198913574, \"y\": 451.99995613098145, \"wires
\": [{\"88826ce1.541db\", \"95462de8.f2aca\"}]}, {\"id\": \"37f44160.730f7e\", \"type\": \"ui_toast\",
\"z\": \"cdddb78b.be6008\", \"position\": \"top
right\", \"displayTime\": \"3\", \"highlight\": \"\", \"outputs\": 0, \"ok\": \"OK\", \"cancel\": \"\", \"topic\": \"ACS8
80\", \"name\": \"\", \"x\": 1228, \"y\": 97, \"wires\": []}, {\"id\": \"c8a0d458.3134b8\", \"type\": \"ui_audio\",
\"z\": \"cdddb78b.be6008\", \"name\": \"\", \"group\": \"8916e6e8.0d0108\", \"voice\": \"es-
ES\", \"always\": \"\", \"x\": 1203.3333015441895, \"y\": 160.3333330154419, \"wires\": []}, {\"id\": \"f8
62cd09.eaaf6\", \"type\": \"mqtt
out\", \"z\": \"cdddb78b.be6008\", \"name\": \"\", \"topic\": \"Alarmas\", \"qos\": \"2\", \"retain\": \"\", \"broke
r\": \"e1e84670.759588\", \"x\": 1207.1667823791504, \"y\": 431.666672706604, \"wires\": []}, {\"i
d\": \"95462de8.f2aca\", \"type\": \"mqtt
out\", \"z\": \"cdddb78b.be6008\", \"name\": \"\", \"topic\": \"Notificaciones\", \"qos\": \"2\", \"retain\": \"\",
\"broker\": \"e1e84670.759588\", \"x\": 940.0000305175781, \"y\": 286.0000162124634, \"wires\":
[]}, {\"id\": \"b92b862e.043f88\", \"type\": \"ui_text\", \"z\": \"317c18af.12e3e8\", \"group\": \"cabad6a
5.b28cc8\", \"order\": 12, \"width\": \"0\", \"height\": \"0\", \"name\": \"\", \"label\": \"Par\", \"format\": \"{ms
g.payload}\"
N.m\", \"layout\": \"row-
spread\", \"x\": 393.8333320617676, \"y\": 858, \"wires\": []}, {\"id\": \"8e8969d2.14a0d\", \"type\": \"s
7
in\", \"z\": \"317c18af.12e3e8\", \"endpoint\": \"b36d90e3.eebf7\", \"mode\": \"single\", \"variable\":
\"Par_ACSM-
1\", \"diff\": false, \"name\": \"\", \"x\": 163, \"y\": 857.9999961853027, \"wires\": [{\"b92b862e.043f88
\", \"e820a8e5.5258d\"}]}, {\"id\": \"9c69a12e.b25ab8\", \"type\": \"mqtt
out\", \"z\": \"317c18af.12e3e8\", \"name\": \"\", \"topic\": \"PAR_ACSM1\", \"qos\": \"2\", \"retain\": \"\", \"br
oker\": \"e1e84670.759588\", \"x\": 607.9999771118164, \"y\": 901.9999952316284, \"wires\": []}
, {\"id\": \"e820a8e5.5258d\", \"type\": \"rbe\", \"z\": \"317c18af.12e3e8\", \"name\": \"\", \"func\": \"rbe\",
\"gap\": \"\", \"start\": \"\", \"inout\": \"out\", \"x\": 404.9999828338623, \"y\": 900.333291053772, \"wires
\": [{\"9c69a12e.b25ab8\"}]}
```





# *COMUNICACIÓN MODBUS TCP/IP CON IOT2040*



## 4 Comunicación Modbus TCP/IP con IOT2040

A continuación, se añade un flujo, desarrollado durante el periodo de estudio previo, donde se realiza una comunicación entre la pasarela IOT2040 y el medidor de energía a través del protocolo Modbus TCP/IP:

```
{["id":"e066a4f7.de18a8","type":"tab","label":"Sentron
3200"},{"id":"5b9dfdda.f5e2b4","type":"comment","z":"e066a4f7.de18a8","name":"C
omunication with SENTRON
PAC3200","info":"","x":172.5,"y":27,"wires":[]},{"id":"f48d4b6e.5a79b8","type":"modb
us-
read","z":"e066a4f7.de18a8","name":"Analizador","topic":"Voltaje","showStatusActivi
ties":true,"showErrors":true,"unitid":"","dataType":"HoldingRegister","adr":"1","quant
ity":"2","rate":"5","rateUnit":"s","delayOnStart":false,"startDelayTime":"","server":"56
f7a8e2.9eb438","useIOFile":false,"ioFile":"","useIOForPayload":false,"x":116,"y":156,"
wires":[["651f84a3.87688c"],["8903e14.31a952"]]},{"id":"f608176d.ae0d28","type":"d
ebug","z":"e066a4f7.de18a8","name":"","active":false,"console":false,"complete":"p
ayload","x":486,"y":114,"wires":[]},{"id":"651f84a3.87688c","type":"function","z":"e06
6a4f7.de18a8","name":"Voltage","func":"var rawData = new ArrayBuffer(4);\nvar
intView = new Uint16Array(rawData);\nvar floatValue = new
Float32Array(rawData);\n\nintView[0] = msg.payload[1]; //low\nintView[1] =
msg.payload[0]; //high\n\nmsg.payload = parseFloat(floatView[0].toFixed(1));\nmsg.topic
= \"voltage\";\n\nnode.status({fill:\"blue\",shape:\"ring\",text:msg.topic + \"\":\" +
msg.payload});\n\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":288,"y":114,"wires":[["f608176d.ae0d28","e25f7690.9
a85d8","3731981d.451768","cd9ef0b7.46343","95ba4ee.67244b"]]},{"id":"8903e14.31
a952","type":"modbus-
response","z":"e066a4f7.de18a8","name":"","registerShowMax":20,"x":387,"y":164,"
wires":[]},{"id":"e25f7690.9a85d8","type":"ui_chart","z":"e066a4f7.de18a8","name":"
","group":"98fa25bb.cdf048","order":0,"width":0,"height":0,"label":"Voltaje","chartTy
pe":"line","legend":"false","xformat":"HH:mm:ss","interpolate":"linear","nodata":"","y
min":"","ymax":"","removeOlder":1,"removeOlderPoints":"","removeOlderUnit":"60",
"cutout":0,"colors":["#1f77b4","#aec7e8","#ff7f0e","#2ca02c","#98df8a","#d62728",
"#ff9896","#9467bd","#c5b0d5"],"x":471,"y":62,"wires":[[],[]]},{"id":"3731981d.451768
","type":"ui_gauge","z":"e066a4f7.de18a8","name":"","group":"98fa25bb.cdf048","or
der":0,"width":0,"height":0,"gtype":"compass","title":"Voltaje","label":"units","format
":"{{value}}","min":"210","max":"230","colors":["#00b500","#e6e600","#ca3838"],"seg
1":"","seg2":"","x":641,"y":145,"wires":[]},{"id":"d4e98d4c.5150b","type":"modbus-
read","z":"e066a4f7.de18a8","name":"Analizador","topic":"Frecuencia","showStatusA
ctivities":true,"showErrors":true,"unitid":"","dataType":"HoldingRegister","adr":"55",
quantity":"2","rate":"5","rateUnit":"s","delayOnStart":false,"startDelayTime":"","serve
r":"56f7a8e2.9eb438","useIOFile":false,"ioFile":"","useIOForPayload":false,"x":116.5,"
```

```
y":358,"wires":[["6cea5962.c4ef78"],["fd31b74.e638548"]],{"id":"a25a6932.355928","
type":"debug","z":"e066a4f7.de18a8","name":"","active":false,"console":false,"com
plete":"payload","x":486.5,"y":289,"wires":[]},{"id":"fd31b74.e638548","type":"modbu
s-
response","z":"e066a4f7.de18a8","name":"","registerShowMax":20,"x":305.5,"y":399,
"wires":[]},{"id":"b141df4.b40352","type":"ui_gauge","z":"e066a4f7.de18a8","name":"
","group":"98fa25bb.cdf048","order":0,"width":0,"height":0,"gtype":"gage","title":"Fr
e cuencia","label":"units","format":"{{value}}","min":45,"max":55,"colors":["#00b5
00","#e6e600","#ca3838"],"seg1":"","seg2":"","x":483.5,"y":327,"wires":[]},{"id":"bcf4
2ae6.df9568","type":"comment","z":"e066a4f7.de18a8","name":"Voltaje","info":"","x
":116,"y":88,"wires":[]},{"id":"9f727d4b.9005a","type":"comment","z":"e066a4f7.de18
a8","name":"Frecuencia","info":"","x":115,"y":299,"wires":[]},{"id":"6cea5962.c4ef78",
"type":"function","z":"e066a4f7.de18a8","name":"Frecuencia","func":"var rawData =
new ArrayBuffer(4);\nvar intView = new Uint16Array(rawData);\nvar floatValue = new
Float32Array(rawData);\n\nintView[0] = msg.payload[1]; //low\nintView[1] =
msg.payload[0]; //high\n\nmsg.payload = parseFloat(floatValue.toFixed(1));\nmsg.topic
= \"frequency\";\n\nnode.status({fill:\"blue\",shape:\"ring\",text:msg.topic + \"\":\" +
msg.payload});\n\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":286,"y":307,"wires":[["a25a6932.355928"],["b141df4.b
40352"],["25ebc88b.9996a8"],["b9cf3462.d91028"]],{"id":"95ba4ee.67244b","type":"mq
tt
out","z":"e066a4f7.de18a8","name":"","topic":"VoltajeMQTT","qos":"","retain":"","br
oker":"e1e84670.759588","x":779,"y":72,"wires":[]},{"id":"b9cf3462.d91028","type":"
mqtt
out","z":"e066a4f7.de18a8","name":"","topic":"FrecuenciaMQTT","qos":"","retain":"","
broker":"e1e84670.759588","x":505,"y":239,"wires":[]},{"id":"cd9ef0b7.46343","type
":"mqtt
out","z":"e066a4f7.de18a8","name":"CarlesDolz/feeds/Voltaje","topic":"CarlesDolz/fe
eds/Voltaje","qos":0,"retain":"","broker":"f8d0e9ba.9c7d88","x":987,"y":113,"wires"
:[]},{"id":"25ebc88b.9996a8","type":"mqtt
out","z":"e066a4f7.de18a8","name":"CarlesDolz/feeds/Frecuencia","topic":"CarlesDol
z/feeds/Frecuencia","qos":0,"retain":"","broker":"f8d0e9ba.9c7d88","x":532,"y":363
,"wires":[]},{"id":"56f7a8e2.9eb438","type":"modbus-client","z":"","name":"TCP-
Analizador","clienttype":"tcp","bufferCommands":true,"stateLogEnabled":false,"tcpHo
st":"192.168.200.3","tcpPort":502,"tcpType":"DEFAULT","serialPort":"/dev/ttyUSB",
"serialType":"RTU-
BUFFERD","serialBaudrate":9600,"serialDatabits":8,"serialStopbits":1,"serialParit
y":"none","serialConnectionDelay":100,"unit_id":1,"commandDelay":1,"clientTimeo
ut":1000,"reconnectTimeout":2000},{"id":"98fa25bb.cdf048","type":"ui_group","z":"","
name":"LAB","tab":"b1dbb8e1.04c578","disp":true,"width":10},{"id":"e1e84670.75
9588","type":"mqtt-
broker","z":"","broker":"m23.cloudmqtt.com","port":16324,"clientid":"","usetls":fals
```

```
e,"compatmode":true,"keepalive":"60","cleansession":true,"willTopic":"","willQos":0
,"willPayload":"","birthTopic":"","birthQos":0,"birthPayload":"","id":"f8d0e9ba.9c
7d88","type":"mqtt-
broker","z":"","broker":"io.adafruit.com","port":"1883","clientid":"CarlesDolz","usetls"
:false,"compatmode":true,"keepalive":"60","cleansession":true,"willTopic":"","willQos
":"0","willPayload":"","birthTopic":"","birthQos":0,"birthPayload":"","id":"b1dbb8e
1.04c578","type":"ui_tab","z":"","name":"LAB","icon":"dashboard"}
```



# *PROGAMACIÓN AUTÓMATA PROGRAMABLE TIA PORTAL V15.1*





Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Main [OB1]

Main Propiedades

General

Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

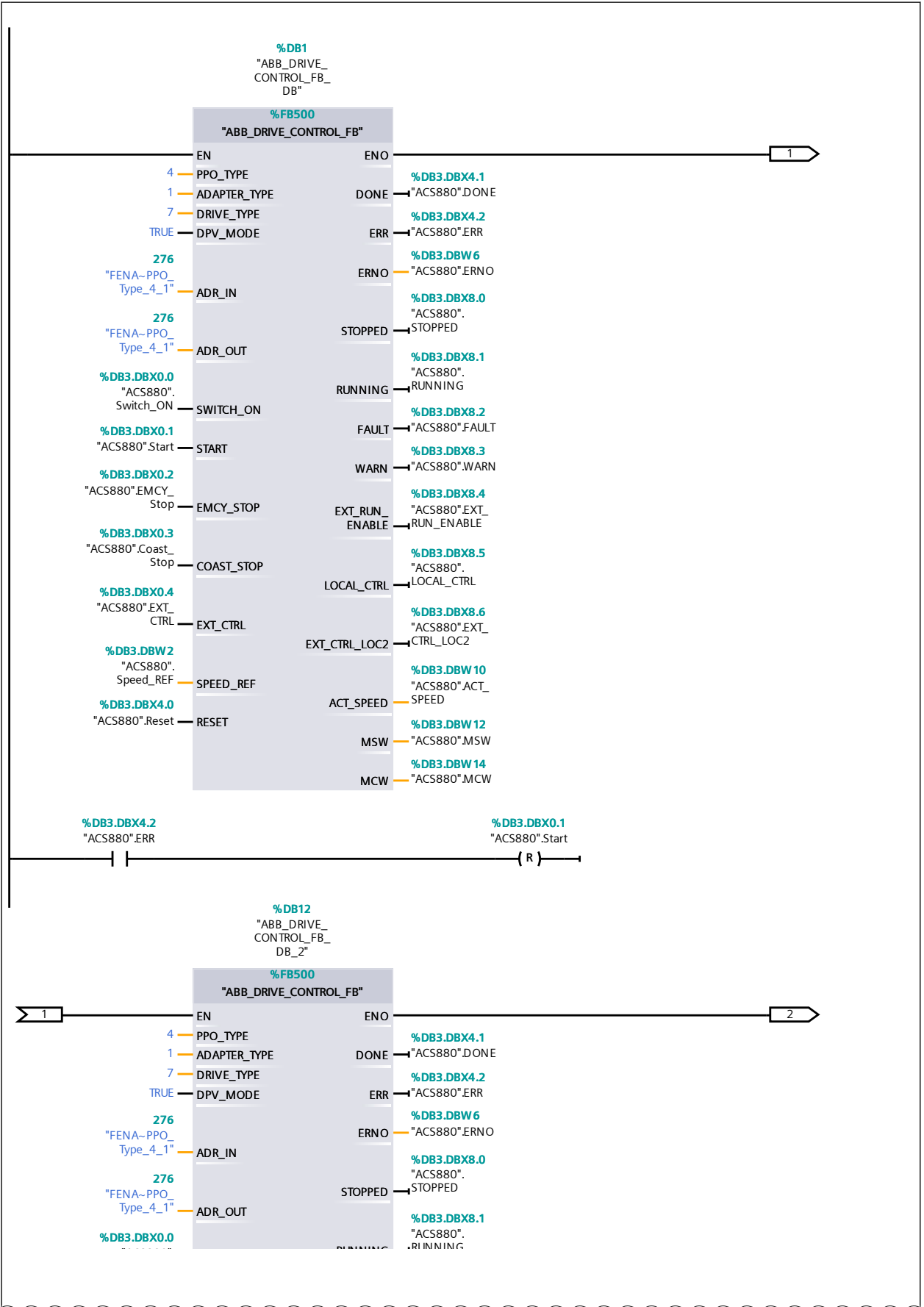
Información

Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
▼ Temp			
Aux_AI	Real		
Constant			

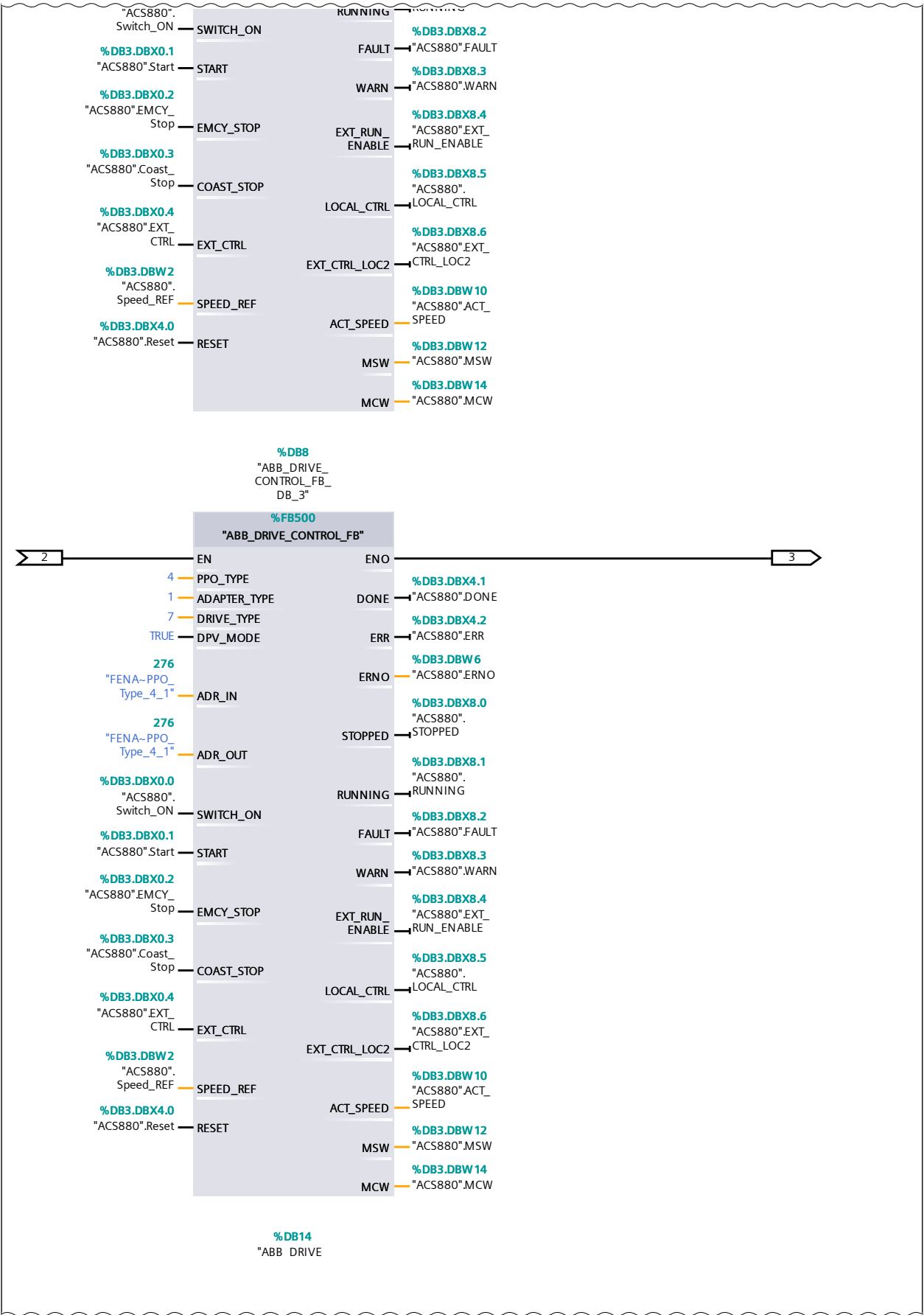
Segmento 1: Control del estado del variador

Segmento 1: Control del estado del variador (1.1 / 6.1)



Segmento 1: Control del estado del variador (2.1 / 6.1)

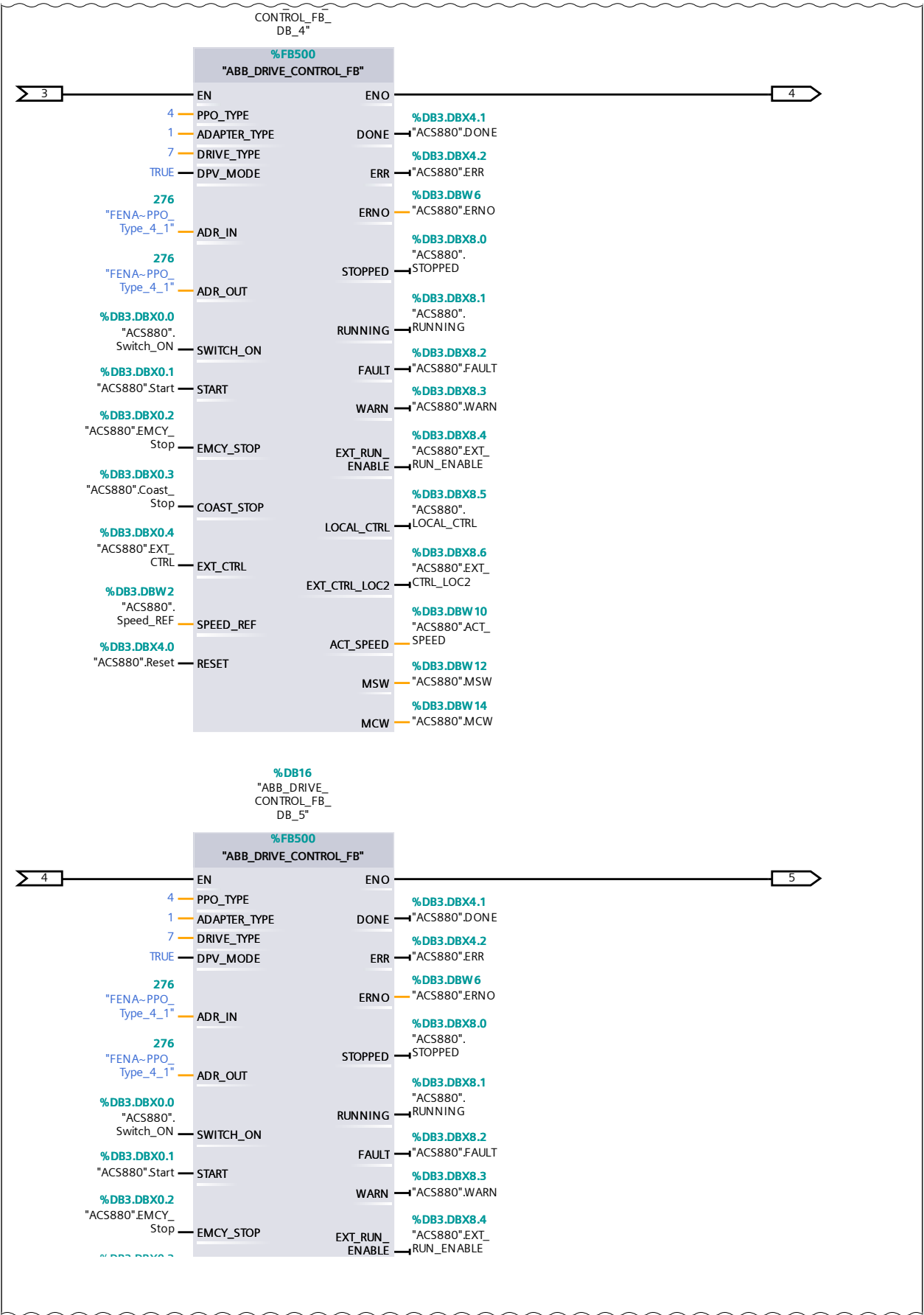
1.1 ( Página1 - 2)



3.1 ( Página1 - 4)

Segmento 1: Control del estado del variador (3.1 / 6.1)

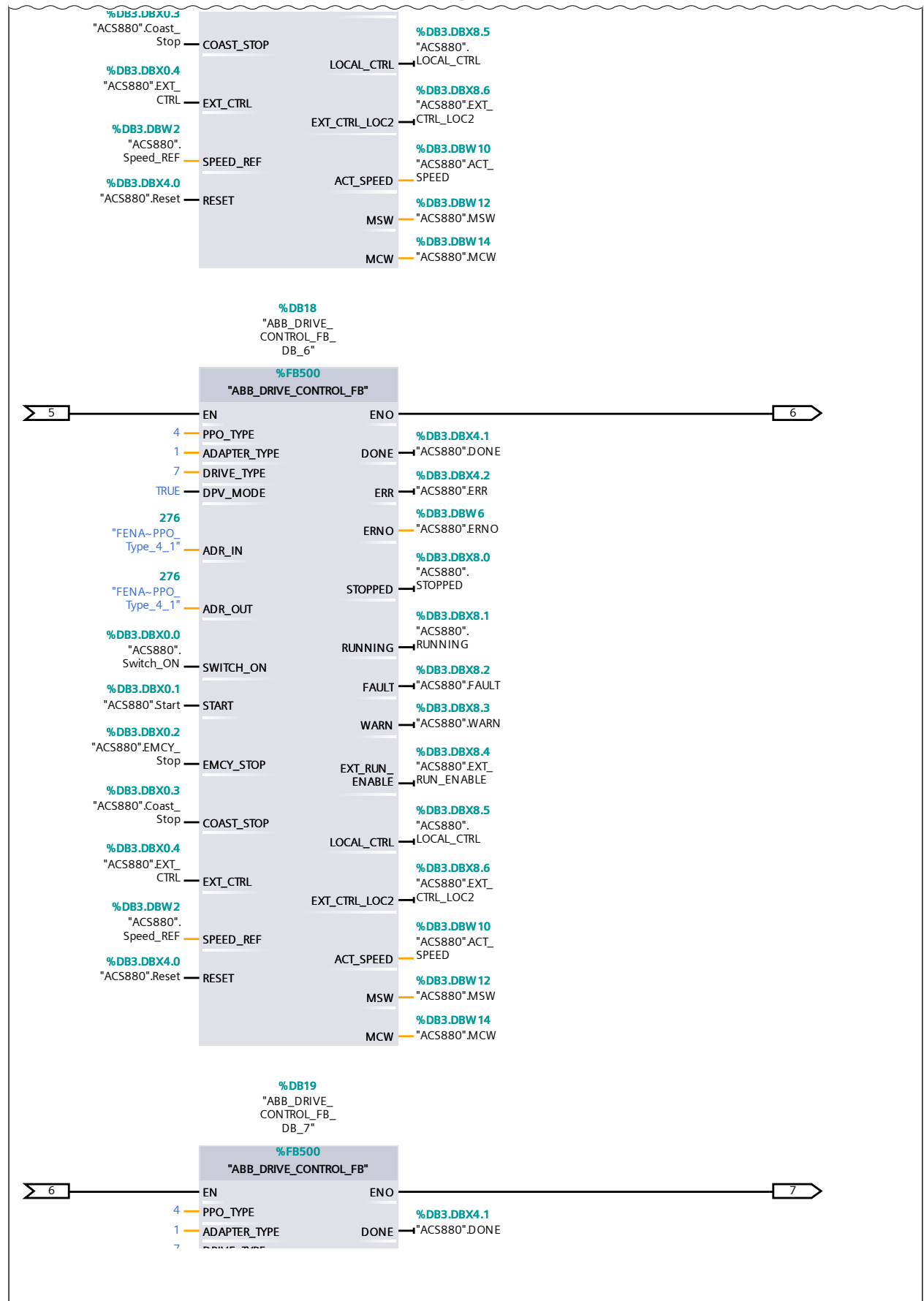
2.1 ( Página1 - 3)



4.1 ( Página1 - 5)

### Segmento 1: Control del estado del variador (4.1 / 6.1)

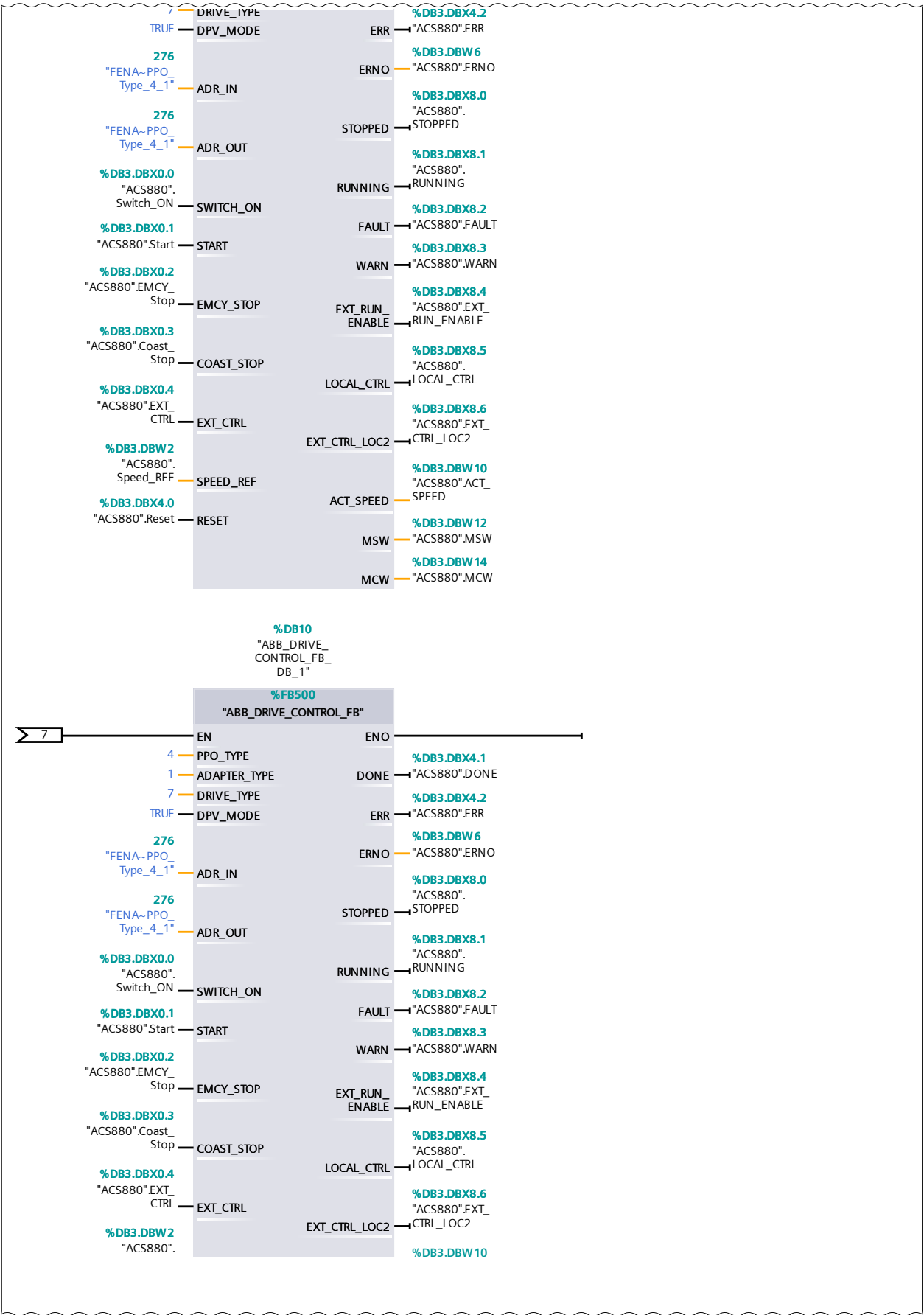
3.1 ( Página1 - 4)



5.1 ( Página1 - 6)

Segmento 1: Control del estado del variador (5.1 / 6.1)

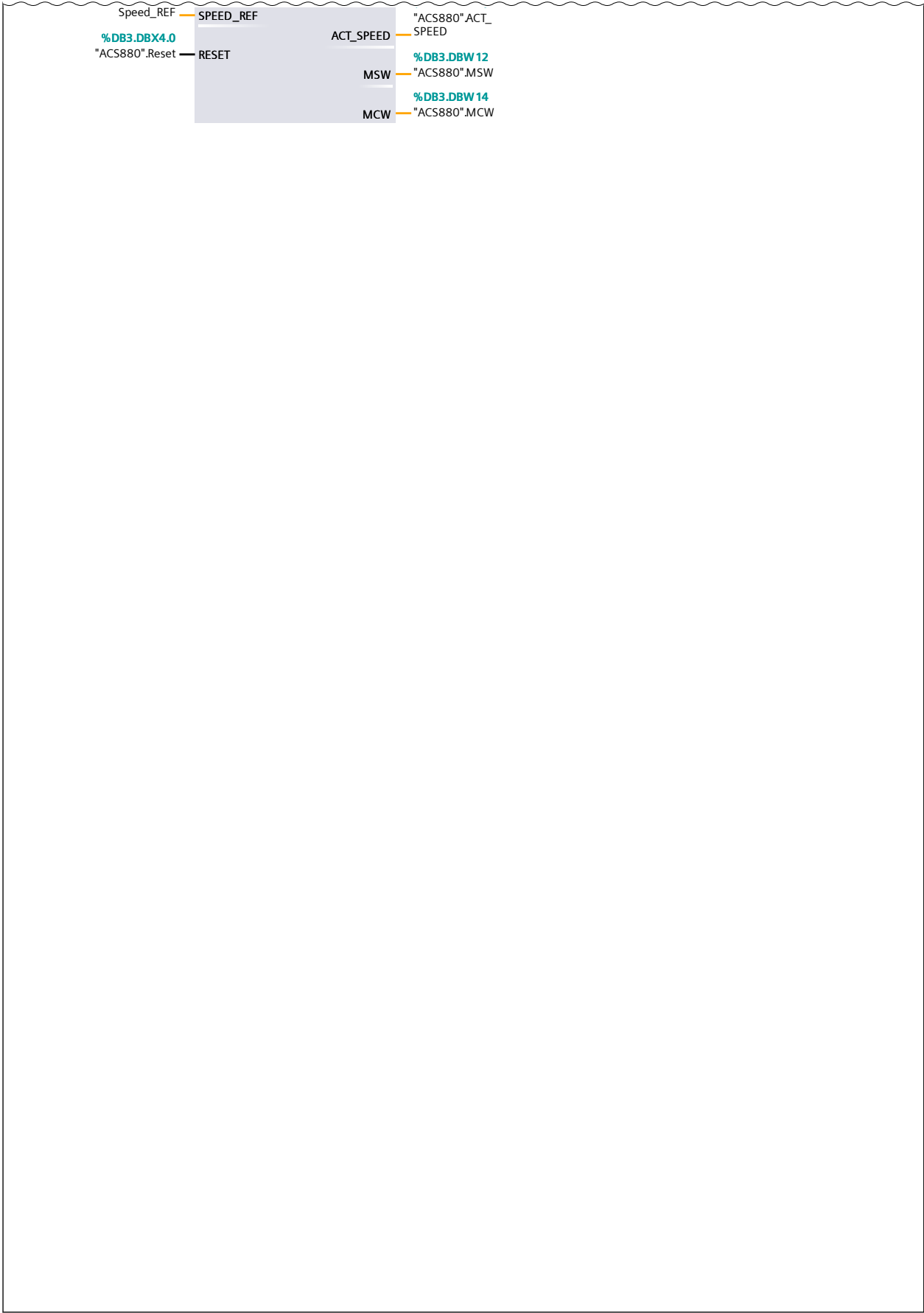
4.1 ( Página1 - 5)



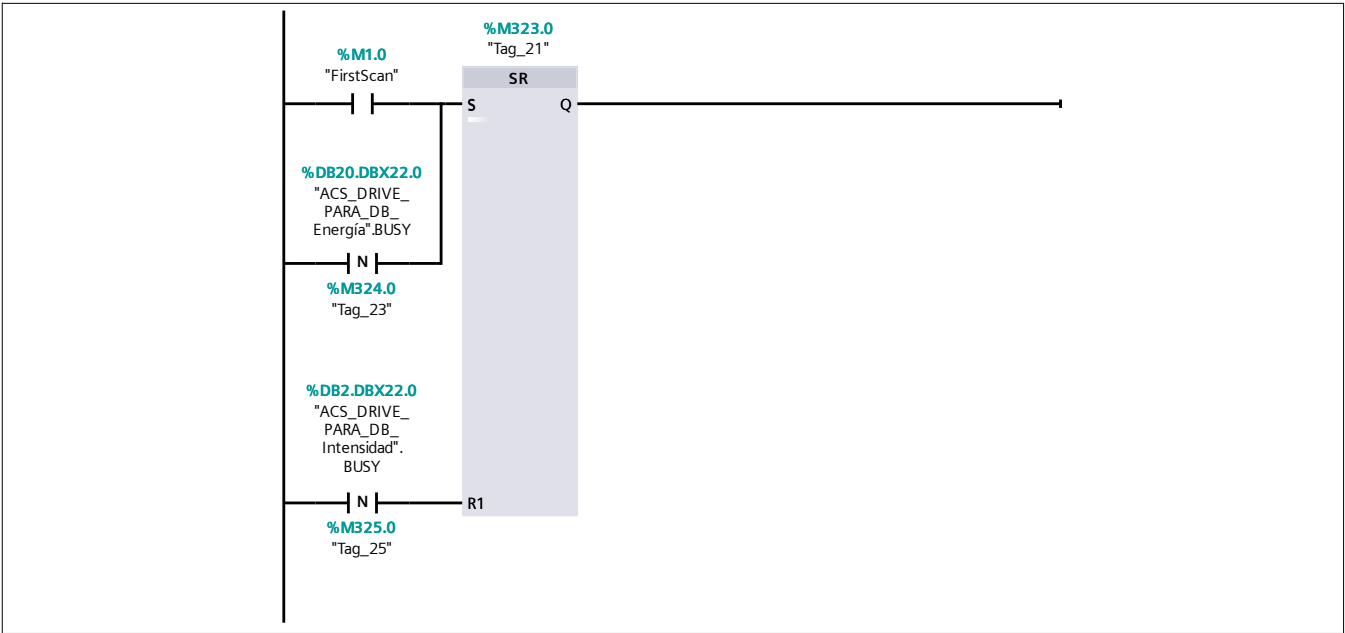
6.1 ( Página1 - 7)

Segmento 1: Control del estado del variador (6.1 / 6.1)

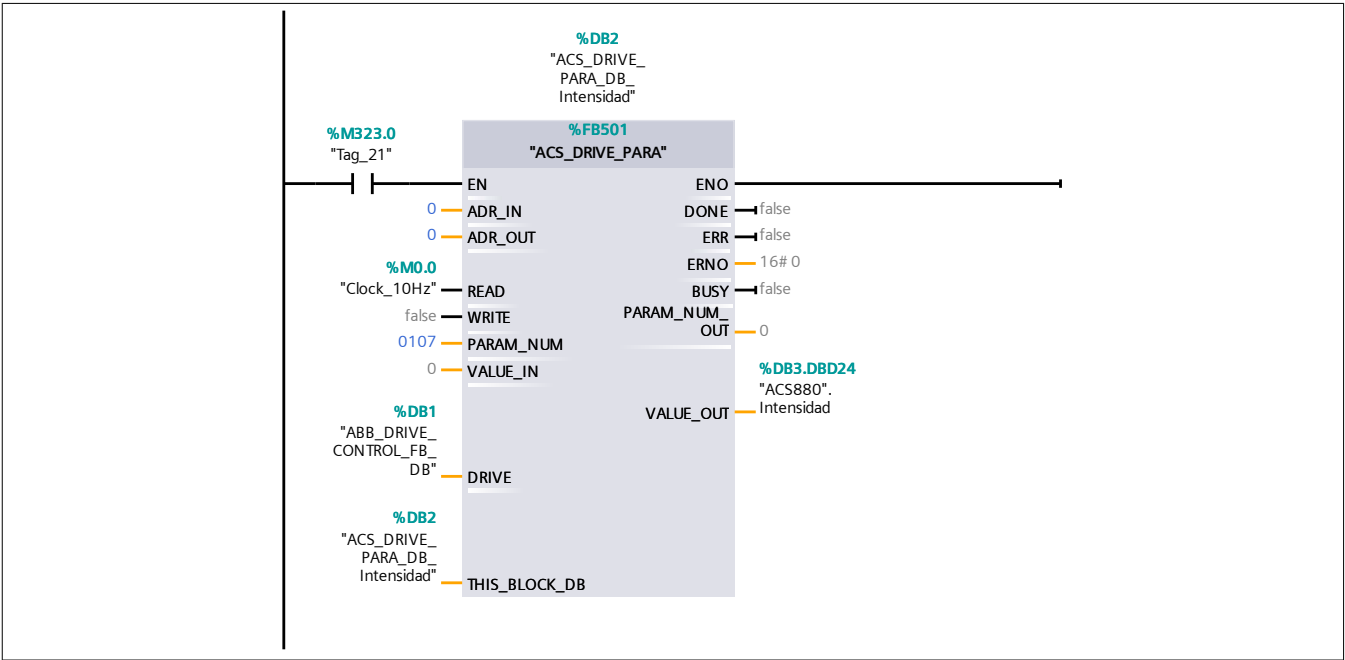
5.1 ( Página1 - 6)



Segmento 2:

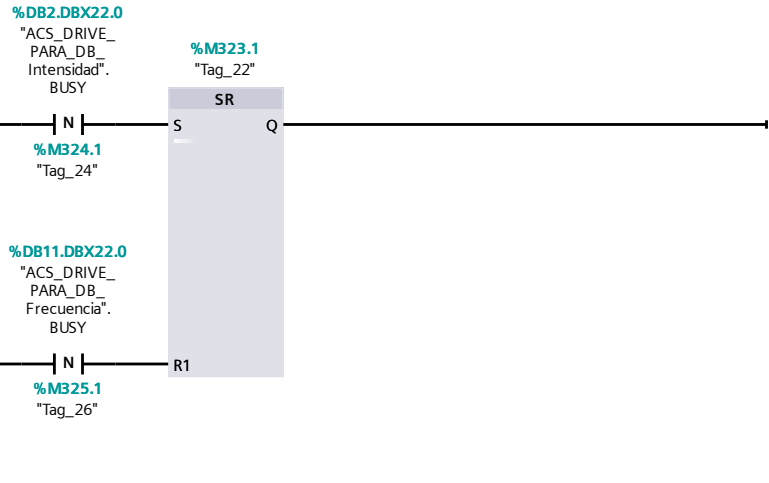


Segmento 3: Lectura parámetros variador

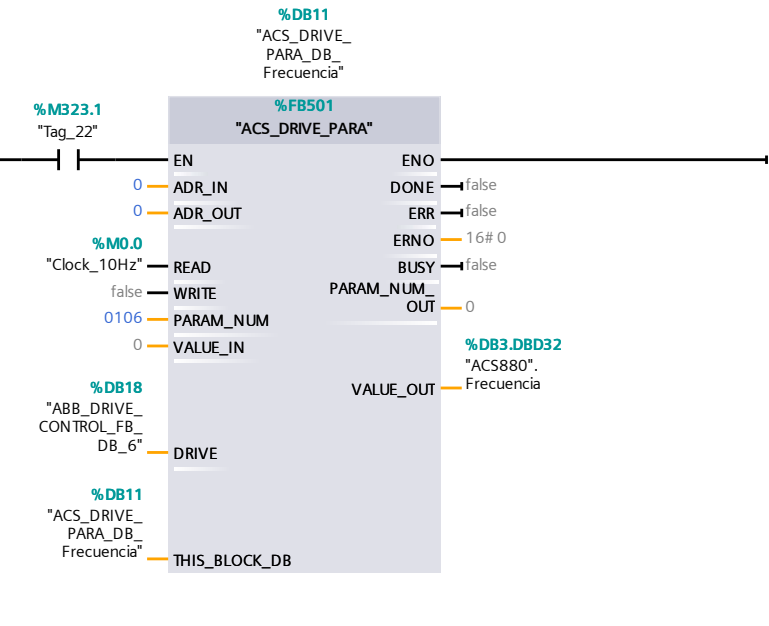


Segmento 4:

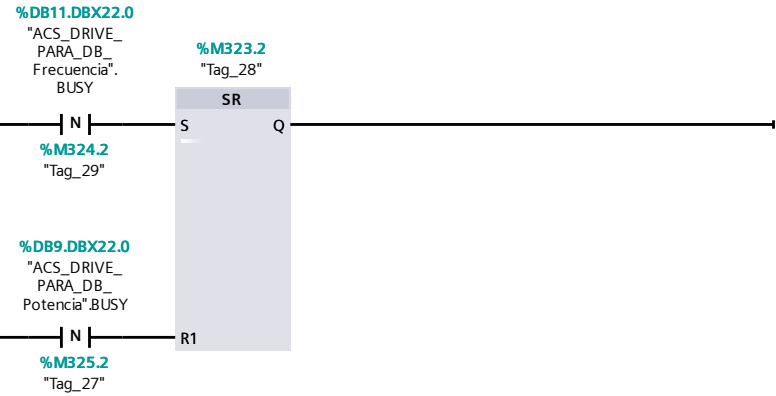




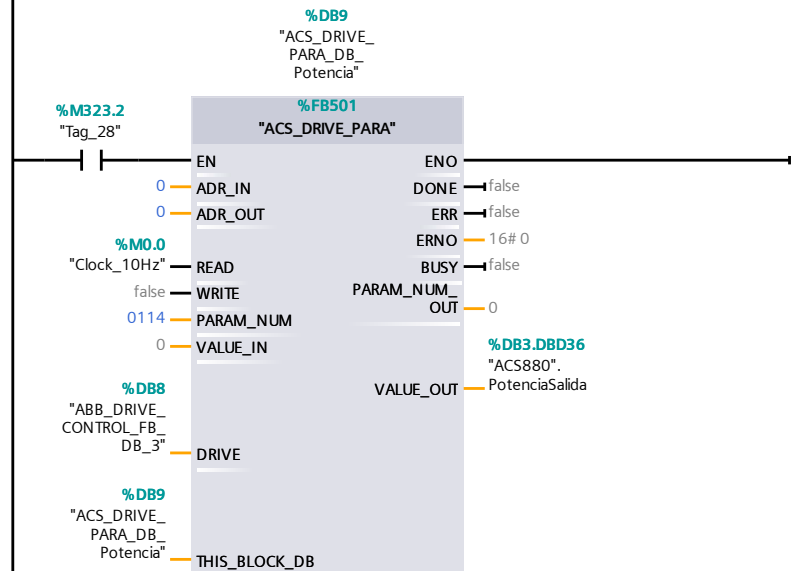
Segmento 5:



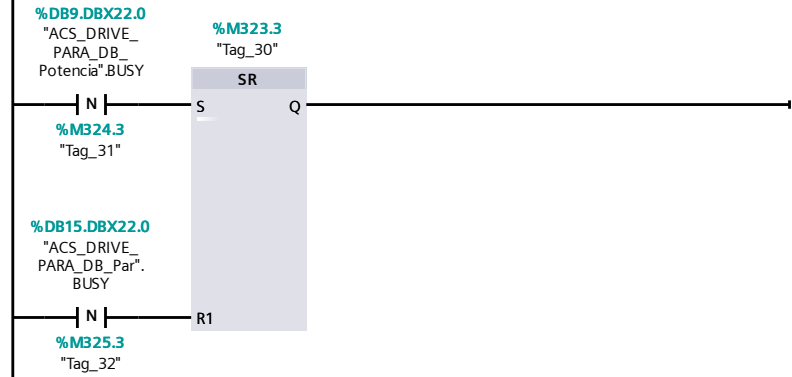
Segmento 6:



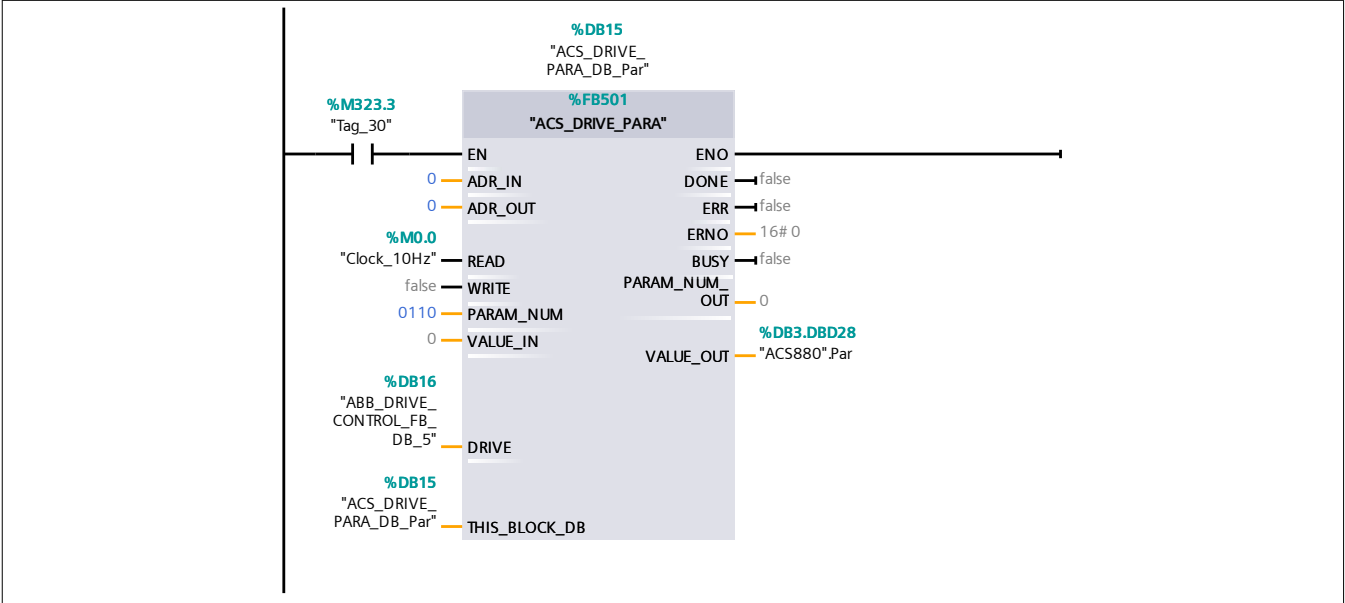
Segmento 7:



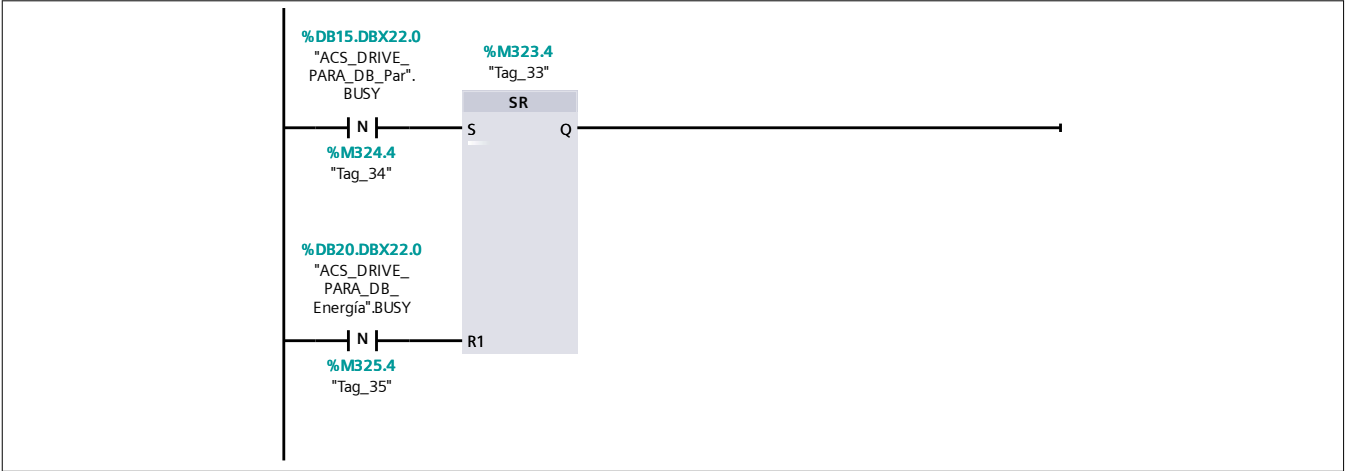
Segmento 8:



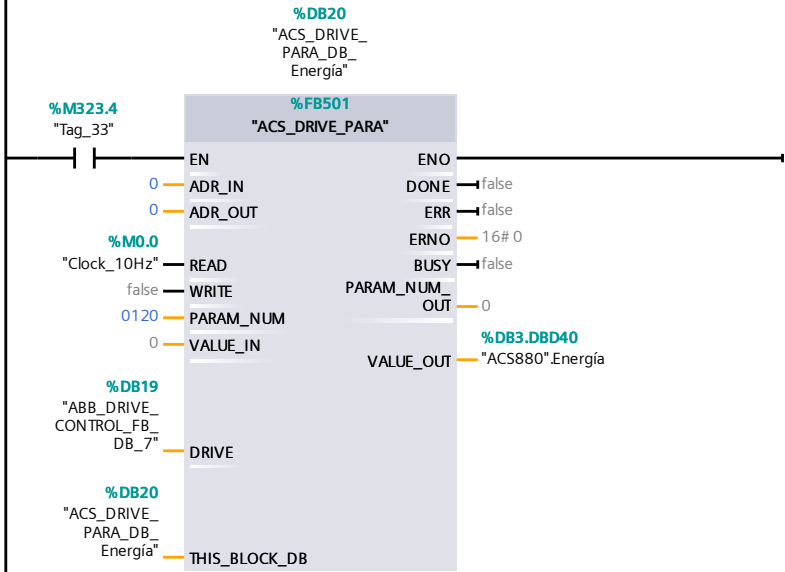
Segmento 9:



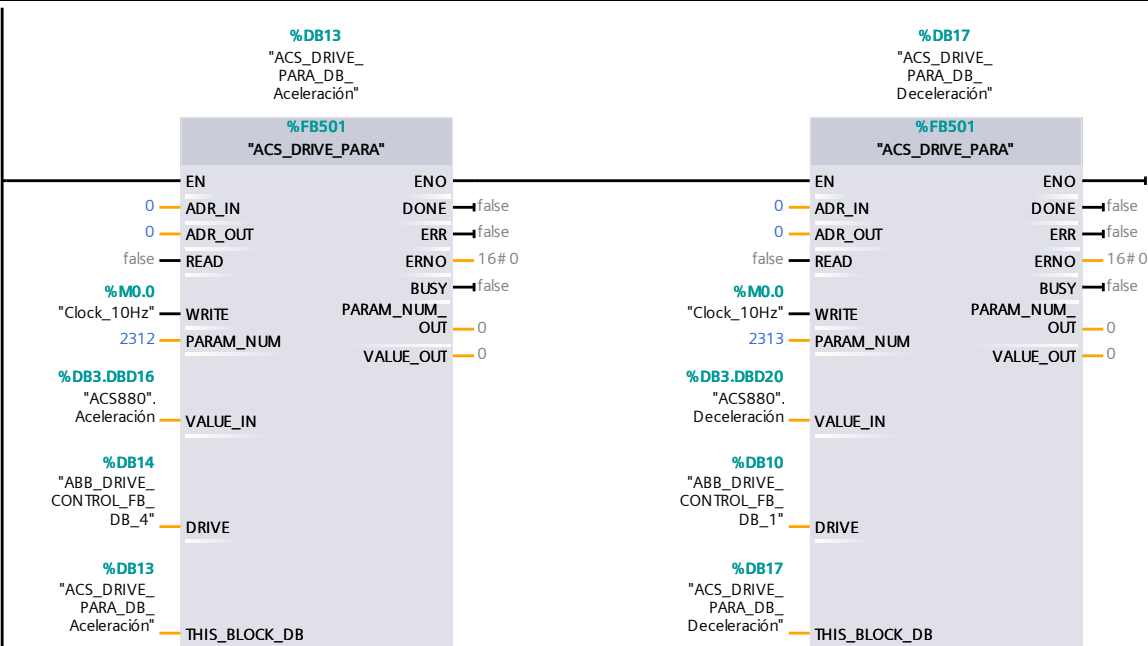
Segmento 10:



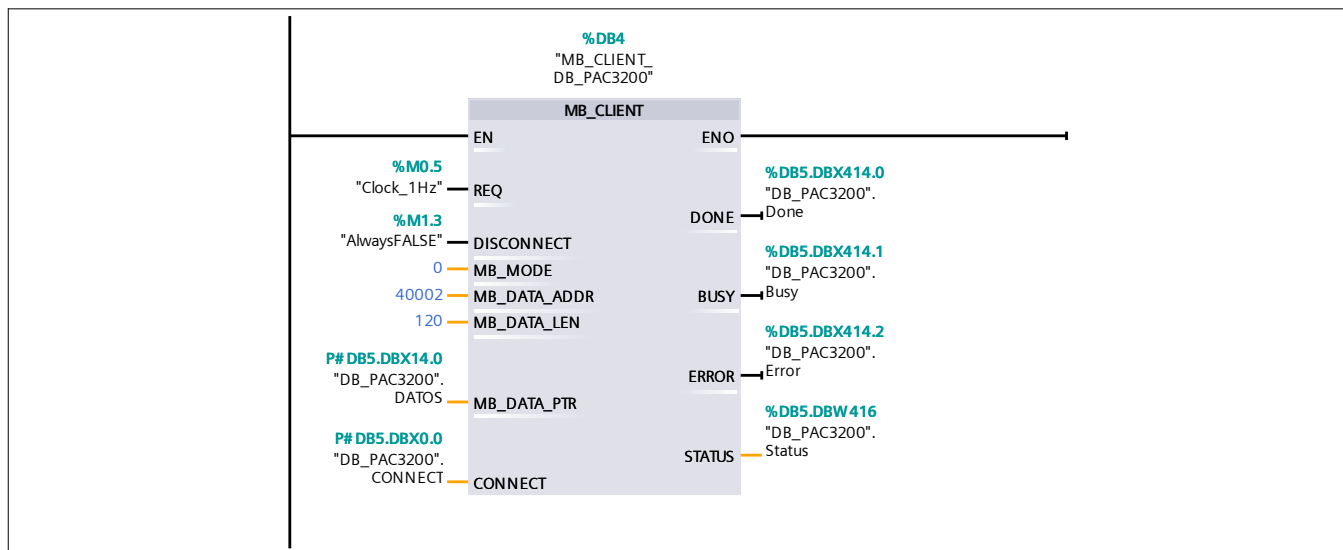
Segmento 11:



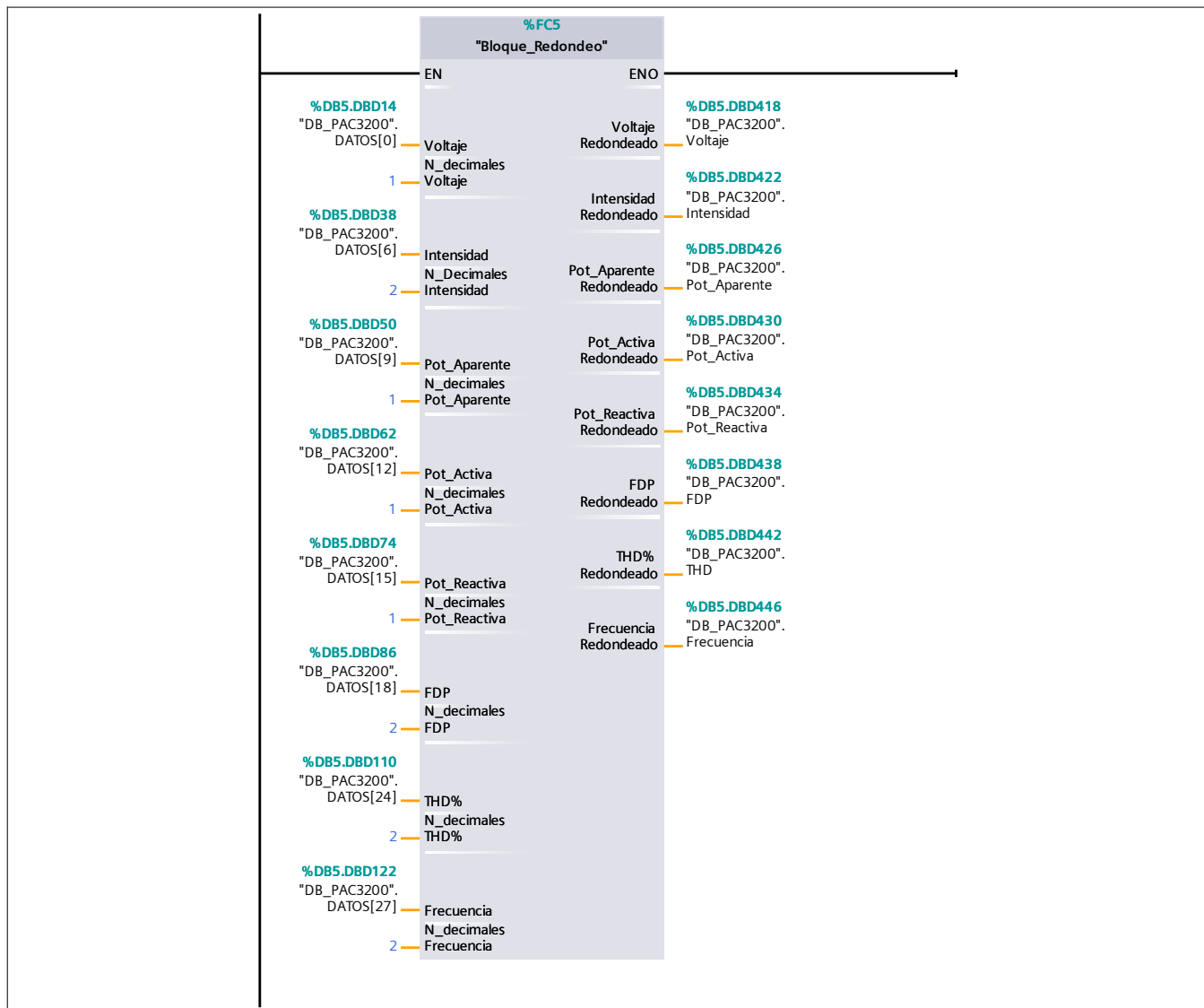
Segmento 12:



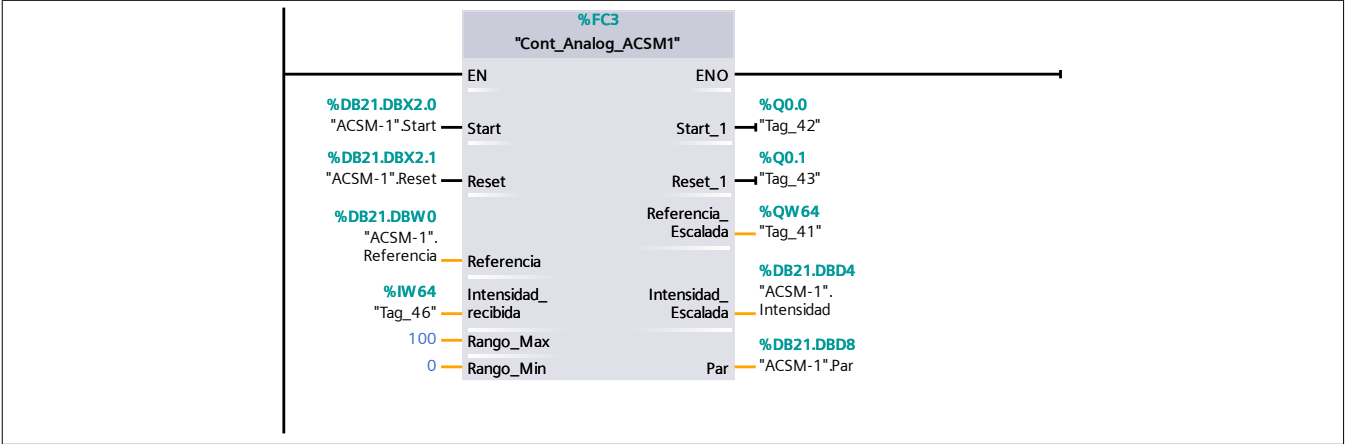
Segmento 13: Lectura de datos Modbus TCP/IP PAC3200



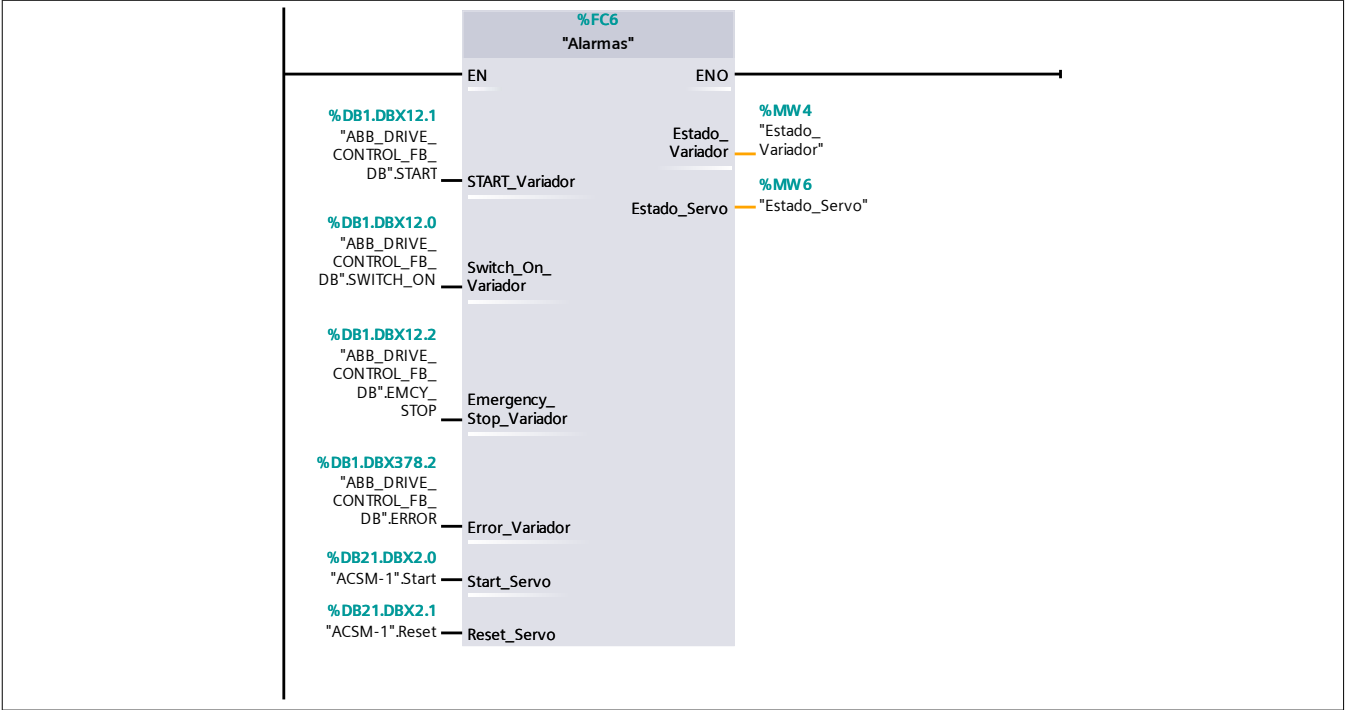
## Segmento 14: Redondeo de valores obtenidos del medidor



Segmento 15:



Segmento 16:



Totally Integrated Automation Portal	
--------------------------------------	--

Cont\_Analog\_ACSM1 [FC3]

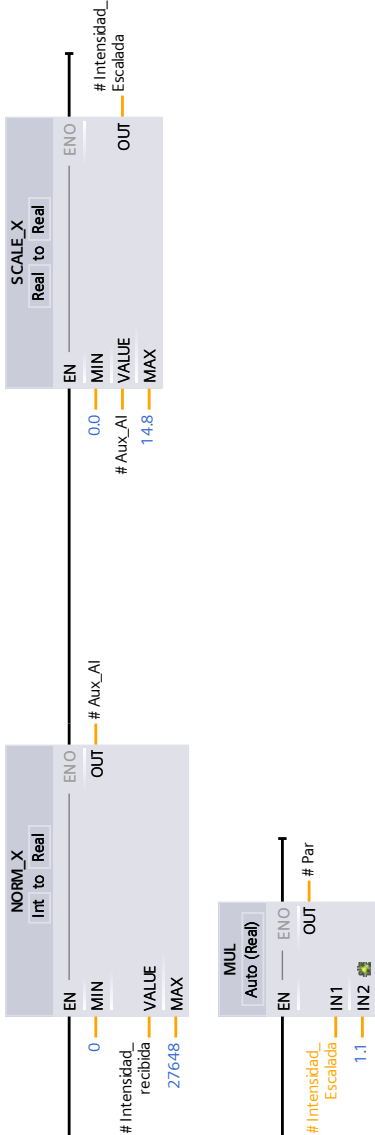
Cont_Analog_ACSM1 Propiedades						
General						
Nombre	Cont_Analog_ACSM1	Número	3	Tipo	FC	Idioma
Numeración		Automático		KOP		
Información						
Título		Autor		Comentario		Familia
Versión	0.1	ID personaliza- do				

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Start	Bool		
Reset	Bool		
Referencia	Int		
Intensidad_recibida	Int		
Rango_Max	Int		
Rango_Min	Int		
▼ Output			
Start_1	Bool		
Reset_1	Bool		
Referencia_Escalada	Int		
Intensidad_Escalada	Real		
Par	Real		
InOut			
▼ Temp			
Aux	Real		
Aux_AI	Real		
Constant			
▼ Return			
Cont_Analog_ACSM1	Void		

--	--

Totally Integrated Automation Portal	
Segmento 1:	
<div><div></div><div><div># Start</div><div># Reset</div><div># Start_1</div></div></div>	
Segmento 2:	
<div><div></div><div><div># Reset</div><div># Reset_1</div></div></div>	
Segmento 3: Control ACSM1 (Señal analógica)	
<div><div></div><div><div><div><div>NORM_X Int to Real</div><div>EN</div><div># Rango_Min</div><div># Referencia</div><div># Rango_Max</div><div>MIN</div><div>VALUE</div><div>MAX</div><div>ENO</div><div>OUT</div><div># Aux</div></div><div><div>SCALE_X Real to Int</div><div>EN</div><div>0</div><div># Aux</div><div>27648</div><div>MIN</div><div>VALUE</div><div>MAX</div><div>ENO</div><div>OUT</div><div># Referencia_Escalada</div></div></div></div></div>	
Segmento 4:	





Totally Integrated Automation Portal	
--------------------------------------	--

Alarmas [FC6]

Alarmas Propiedades					
General					
Nombre	Alarmas	Número	6	Tipo	FC
Numeración		Automático		Idioma	SCL
Información					
Título	Autor		Comentario		Familia
Versión	0.1	ID personalizado			

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
START_Variador	Bool		
Switch_On_Variador	Bool		
Emergency_Stop_Variador	Bool		
Error_Variador	Bool		
Start_Servo	Bool		
Reset_Servo	Bool		
▼ Output			
Estado_Variador	Int		0=Apagado, 1=Encendido, 2=Error
Estado_Servo	Int		0=Apagado, 1 Encendido, 2=Reseteado
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Alarmas	Void		

```
0001 IF #START_Variador AND #Switch_On_Variador AND #Emergency_Stop_Variador AND NOT #Error_Variador THEN
0002   #Estado_Variador := 1;
0003 ELSIF NOT #START_Variador AND #Switch_On_Variador AND #Emergency_Stop_Variador AND NOT #Error_Variador THEN
0004   #Estado_Variador := 0;
0005 ELSE
0006   #Estado_Variador := 2;
```

Totally Integrated Automation Portal			
<pre>0007 END_IF; 0008 0009 IF #Start_Servo AND NOT #Reset_Servo THEN 0010     #Estado_Servo := 1; 0011 ELSIF NOT #Start_Servo AND #Reset_Servo THEN 0012     #Estado_Servo := 2; 0013 ELSE 0014     #Estado_Servo := 0; 0015 END_IF; 0016 0017</pre>			
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
#Emergency_Stop_Variador		Bool	
#Error_Variador		Bool	
#Estado_Servo		Int	0=Apagado, 1 Encendido, 2=Reseteado
#Estado_Variador		Int	0=Apagado, 1=Encendido, 2=Error
#Reset_Servo		Bool	
#Start_Servo		Bool	
#START_Variador		Bool	
#Switch_On_Variador		Bool	

--	--